

ESTUDIO TÉCNICO Y FINANCIERO EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA DE
INTERÉS CASO ESTUDIO PROYECTO (CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS
NUEVAS SECTOR RURAL) MUNICIPIO DE – CERINZA BOYACÁ

MICHEL JACOBO RAMOS HERNÁNDEZ



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS
BOGOTÁ D.C
20201

ESTUDIO TÉCNICO Y FINANCIERO EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA DE
INTERÉS CASO ESTUDIO PROYECTO (CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS
NUEVAS SECTOR RURAL) MUNICIPIO DE –CERINZA BOYACÁ

MICHEL JACOBO RAMOS HERNÁNDEZ
Código 551428

Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Gerencia de
Obras

Docente

ISABEL CRISTINA CERÓN VINASCO
Ph.D. Construcción y Tecnologías Arquitectónicas

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS
BOGOTÁ D.C
2021



Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

This is a human-readable summary of (and not a substitute for) the [license](#). [Advertencia.](#)

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia](#).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. GENERALIDADES	13
1.1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	13
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.2.1. Antecedentes Del Problema.	14
1.2.2. Pregunta De Investigación	15
1.2.3. Variables Del Problema	15
1.3. JUSTIFICACIÓN	16
1.4 OBJETIVOS	16
1.4.1 Objetivo General	16
1.4.2 Objetivos Específicos	17
2. MARCOS DE REFERENCIA	19
2.1 MARCO CONCEPTUAL	19
2.2 MARCO TEÓRICO	20
2.2.1. Vivienda De Interés Social	20
2.2.2 Ladrillos De Suelo-Cemento (BTC)	21
2.2.3 Mampostería Confinada	23
2.2.4 Evaluación Financiera	24
2.3 MARCO JURÍDICO	26
2.4 MARCO GEOGRÁFICO	26
2.5 MARCO DEMOGRÁFICO	27
2.6 ESTADO DEL ARTE	28
3. METODOLOGÍA	31
3.1 FASES DEL TRABAJO DE GRADO	31
4. DESARROLLO	33

4.1 EVALUACIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE MAMPOSTERÍA CONFINADA CASO ESTUDIO	33
4.1.1 Revisión De Documentación Y Normatividad Sistema Constructivo Mampostería Confinada	34
4.1.1.1 Mampostería Confinada.	34
4.1.1.2 Reglas Mampostería Confinada	35
4.1.1.3 Etapas Del Sistema De Mampostería Confinada	38
4.1.2 Diseños Vivienda Mampostería Confinada	41
4.1.3 Cantidades De Obra	44
4.1.4 Presupuesto Vivienda En Mampostería Confinada:	57
4.1.5 Elaboración De Cronograma Vivienda En Mampostería Confinada	62
4.2 EVALUACIÓN TÉCNICA MAMPOSTERÍA EN SUELO CEMENTO.	67
4.2.1 Los Ladrillos Realizados En Suelo Cemento	67
4.2.1.1 Sistema Constructivo	71
4.2.2 Diseños Mampostería Suelo Cemento	76
4.2.3 Cantidades De Obra	79
4.2.4 Presupuesto Vivienda En Suelo Cemento	81
4.2.4.1 Análisis De Precios Unitario Ladrillo Suelo Cementó	82
4.2.5 Cronograma En Mampostería Suelo Cemento	87
4.3 ANÁLISIS ECONÓMICO	91
4.3.1 Análisis De Los Dos Sistemas Constructivos	91
4.3.2 Análisis De Costos	93
4.3.2.1 Costo Por Vivienda	95
4.3.3 Viabilidad Financiera	98
4.3.3.1 Mampostería Confinada	98
4.3.3.2 Mampostería En Suelo Cemento	100
5. INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS	102
6. COMO RESPONDE A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	103

7. NUEVAS ÁREAS DE ESTUDIO	104
8. UNA MIRADA DESDE LA GERENCIA DE OBRA	105
9. CONCLUSIONES	106
BIBLIOGRAFÍA	108

LISTA ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1 Mapa Conceptual	20
Ilustración 2. Ladrillo suelo cemento	22
Ilustración 3. Localización municipio de Cerinza.	26
Ilustración 4. Principio de la Mampostería Confinada	35
Ilustración 5 Estructura de una vivienda de un piso según la norma NSR 2010 en mampostería confinada	35
Ilustración 6. Diseño arquitectónico.	42
Ilustración 7. Diseño cimentación	42
Ilustración 8. Planta vigas sobre muro.	43
Ilustración 9. Alzado diseño estructural.	43
Ilustración 10. Isométrico Diseño Estructural	44
Ilustración 11. Diagrama De Red Programación Mampostería Confinada	66
Ilustración 12. Modulación planta arquitectónica en ladrillo	76
Ilustración 13. Fachada Principal	77
Ilustración 14. Fachada Lateral Derecha	77
Ilustración 15. Fachada Posterior	78
Ilustración 16. Fachada Lateral Izquierda	78
Ilustración 17. Perspectiva Vivienda	79
Ilustración 18. Medidas ladrillos suelo cemento Ilustración 19 ladrillo elaborado escuela taller	82
Ilustración 20. Distancia Tunja a Cerinza	84
Ilustración 21. Diagrama de Red en Mampostería Suelo Cemento	90
Ilustración 22. Porcentaje por actividad mampostería suelo cemento	96
Ilustración 23 porcentaje por actividad mampostería confinada	96
Ilustración 24. Comparación de costos de los dos sistemas por ítem	97

LISTA DE TABLAS

	<i>Pág.</i>
Tabla 1. Cronograma	17
Tabla 2. Presupuesto	18
Tabla 3 Criterios de Aceptación VAN	25
Tabla 4. Estado de arte	29
Tabla 5. Reglas mampostería confinada	36
Tabla 6. Proceso constructivo mampostería confinada	38
Tabla 7. Cantidad localización y replanteo	45
Tabla 8. Cantidad excavación manual	45
Tabla 9. Cantidad concreto ciclópeo	46
Tabla 10. Cantidad concreta viga cimentación	46
Tabla 11. Cantidad de Acero	47
Tabla 12. Cantidad Caja de Inspección	47
Tabla 13. Cantidad Columnas en Concreto	48
Tabla 14. Cantidad Viga de Amarre sobre Muro	48
Tabla 15. Cantidad Placa Tanque	49
Tabla 16. Cantidad muro en bloque No 5	49
Tabla 17. Cantidad Mesón en Concreto	50
Tabla 18. Cantidad de Pañete	50
Tabla 19. Cantidad puntos de agua fría	51
Tabla 20. Cantidad Registro	51
Tabla 21. Cantidad Tanque de Agua	51
Tabla 22. Cantidad salida sanitaria 2"	52
Tabla 23. Cantidad salida sanitaria 3"	52
Tabla 24. Salida lámpara	52
Tabla 25. Tablero circuitos	53
Tabla 26. Cantidad de recebo	53
Tabla 27. Cantidad concreto piso	53
Tabla 28. Estructura metálica	54

Tabla 29. Cantidad cubierta	54
Tabla 30. Cantidad caballete	54
Tabla 31. Marco metálico	55
Tabla 32. Cantidad puertas metálica	55
Tabla 33. Cantidad ventanas	55
Tabla 34. Cantidad puertas en madera	56
Tabla 35. Cantidad enchape	56
Tabla 36. Cantidad aparatos sanitarios	56
Tabla 37. Cantidad ducha	57
Tabla 38. Cantidad lavaplatos	57
Tabla 39. Formato análisis de precios unitarios	58
Tabla 40. Presupuesto vivienda en mampostería confinada	59
Tabla 41. Rendimientos por cuadrilla mampostería confinada	62
Tabla 42. Normas con construcción con tierra en el	68
Tabla 43 características de los ladrillos en suelo cemento	69
Tabla 44. Proceso constructivo mampostería suelo cemento	72
Tabla 45. Cantidades de Mampostería en Suelo Cemento	80
Tabla 46. Cantidad de acero Mampostería Suelo Cemento	80
Tabla 47. Fábricas de ladrillo	81
Tabla 48. A.P.U m2 Mampostería Suelo Cementó	84
Tabla 49. Presupuesto vivienda ladrillo BTC	85
Tabla 50. Sucesoras y predecesoras programación mampostería suelo cemento	87
Tabla 51. Comparación Mampostería Confinada Vs Mampostería en Suelo Cemento	91
Tabla 52. Costos - Ladrillo Suelo Cemento Vs Mampostería Confinada	94
Tabla 53. Terminado en Acabado por Metro Cuadrado en los dos Sistemas	94
Tabla 54. Costo por vivienda	95
Tabla 55. Variación de ítem en los dos sistemas	95
Tabla 56. Flujo de caja mampostería confinada	98
Tabla 57. Indicadores financieros /mampostería confinada	99

Tabla 58. Periodo de recuperación	99
Tabla 59. Flujo de caja mampostería suelo cemento	100

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Vivienda Tipo construida	33
Imagen 2. Localización Proyecto	34
Imagen 3. Muro en ladrillo suelo cemento	83

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la mayoría de construcciones en Colombia se realiza en sistemas constructivos tradicionales, uno de ellos la mampostería confinada, siendo utilizada en la construcción de vivienda de interés social, una de las limitantes de este tipo de proyectos son los pocos recursos asignados, no llegando a un alcance físico de un 100%. De la vivienda.

Con el fin de generar nuevas alternativas con materiales como ladrillo suelo cemento BTC, se realiza la evaluación de un proyecto de viviendas construidas en el municipio de Cerinza en el sector rural, en el cual se analizará el sistema constructivo con la simulación en la construcción en mampostería confinada y ladrillo suelo cemento,

Para el desarrollo de la investigación se plantea una investigación con enfoque descriptivo, cualitativo y cuantitativo. La cual se desarrollará en tres fases: en las fases uno y dos se abordaron los aspectos técnicos de los dos sistemas constructivos, compuesto: normatividad, diseños, cantidades de obra, presupuesto y cronograma. En la tercera fase se evaluaron los aspectos financieros por medio de indicadores como el VAN, TIR, Para de esta manera estimar cual es el sistema constructivo más favorables para la implementación de vivienda de interés social en el sector rural.

1. GENERALIDADES

1.1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Gestión integral y dinámica de las organizaciones empresariales

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad los recursos asignados para los proyectos de viviendas de interés social en la zona rural en Colombia son muy reducidos según lo establecido en el artículo 8 decreto 900 de 2012 es de veinticuatro (24) salarios mínimos mensuales legales vigentes- SMMLV.

El uso de los materiales tradicionales ha generado el encarecimiento de la casa-habitación, por ende, se debe buscar materiales nuevos para disminuir sus costos de construcción y un ahorro energético mayor.¹

La construcción de vivienda se realiza con mampostería tradicional (bloque, ladrillo, cemento) debido a su alto costo el alcance físico se limita a terminados en obra gris. De otra parte, por su composición estos materiales no garantizan un confort térmico acorde a las condiciones del clima.

Según Roux², los BTC mejoran la sensación de confort térmico en el interior de las viviendas, considerablemente mejor que el block de concreto y el ladrillo cocido puesto que mostró un mayor retraso térmico que estos.

En el municipio de Cerinza Boyacá, los recursos asignados para proyectos de viviendas son muy reducidos, impidiendo la disminución del déficit de vivienda en un gran porcentaje. Según indicadores del plan de desarrollo 2016-2019 el

¹ CAMACHO-IXTA, BOJÓRQUEZ-MORALES, G., & FABELA-BLAS, C. Propuesta de materiales de construcción alternativos para casa-habitación de construcción en serie. Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales. 2016. 2(6), 22-26.

² ROUX GUTIÉRREZ, Rubén Salvador. Construcción sustentable, análisis de retraso térmico a bloques de tierra comprimidos. Revista de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León. 2015. Vol. 9(11), 59-71. URL: <http://contexto.uanl.mx/index.php/contexto/article/view/49/45>.

municipio de Cerinza - Boyacá se construyeron cuatro viviendas, siendo un indicador muy bajo acorde las necesidades del municipio.

En el plan desarrollo 2020-2023 del municipio de Cerinza, Boyacá; se tiene como línea base en déficit de vivienda de 39.1%.

Con el fin de generar nuevas alternativas en el uso de materiales en la construcción se busca analizar técnica y financieramente el uso de materiales como ladrillo suelo -cemento para la implementación en proyectos de vivienda en el municipio de Cerinza

1.2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

La tierra se continúa utilizando en la construcción. Según Naciones Unidas la oferta oficial en los países en vías de desarrollo será superior a las 500,000 viviendas/año (200,000 en Latinoamérica, 200,000 en África; 100,000 en Asia.

La importancia que en Latino América se le da a la tierra y su estudio se materializa con la creación del centro Latinoamericano de estudios y difusión de la construcción con tierra CLEDTIERRA, creada a través de la Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO.

Como resultado de diversos estudios El suelo-cemento es el resultado de una mezcla de suelo pulverizado con determinadas cantidades de cemento portland y agua que se compactan y curan, para obtener densidades altas y para que se produzca su endurecimiento más efectivo. De esta forma se obtiene un nuevo material resistente a los esfuerzos de compresión prácticamente impermeable termo aislante y estable en el tiempo.³

Un nuevo estudio en conjunto elaborado por el DANE, el Ministerio de Vivienda, el Departamento Nacional de Planeación y el Acompañamiento de ONU-Hábitat, determinó que Colombia presenta un déficit habitacional del 36,6%, bien por razones cuantitativas o de calidad.

En regiones como Antioquia se ha implementado la construcción de vivienda de

³ CORRAL TOIRAC, José. El suelo-cemento como material de construcción. Ciencia y sociedad. 2008. pág. 520-571.

interés social bajo la norma NTC 5324⁴. Bloques de suelo cemento para muros, siendo unos de los primeros proyectos piloto a nivel Colombia en implantar este sistema constructivo,

En el municipio de chivata Boyacá la empresa bio-constructor ha venido implementado la elaboración de ladrillo suelo cemento, por el desconocimiento en la población ha tenido poca aceptación.

Según Corral⁵, la factibilidad tanto técnica como económica del uso del suelo como materia prima para la producción y uso de diversos materiales y elementos para ser usados en el desarrollo de proyectos para la construcción de viviendas en sectores poblacionales de medianos y bajos recursos permitirá sin dudas racionalizar al máximo el empleo de los medios disponibles, constituyendo esto una verdadera alternativa de solución para reducir el déficit de viviendas y mejorar las condiciones del hábitat de estos sectores.

Por lo anterior, es necesario definir Qué tan factible será desde el punto de vista económico – técnico la construcción de vivienda de interés social en ladrillo suelo cemento.

1.2.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo determinar la viabilidad para el uso de mampostería suelo cemento vs mampostería confinada para la construcción de vivienda de interés social en el sector rural municipio de Cerinza Boyacá?

1.2.3. VARIABLES DEL PROBLEMA

- Sistema constructivo mampostería confinada
- Mampostería suelo cemento
- Vivienda de interés social

⁴ ICONTEC. Norma NTC 5324. Bloques de suelo cemento para muros y divisiones. definiciones. especificaciones. Métodos de ensayo. condiciones de entrega. 2004. URL: <https://www.icontec.org/rules/bloques-de-suelo-cemento-para-muros-y-divisiones-definiciones-especificaciones-metodos-de-ensayo-condiciones-de-entrega/>

⁵ Ibídem. Pág. 520-571

1.3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la mayoría de proyectos de vivienda de interés social utilizan materiales tradicionales como bloques y ladrillo en arcilla, por su alto costo el alcance en los terminados de las viviendas se limite a obra gris, aunado a esto el costo ambiental por su forma de producción. En la mayoría de los casos estos mampuestos requieren de trabajos adicionales como pañetes, estucos y pinturas para garantizar un acabado, de otra parte, se genera un alto nivel de desperdicio por las características del material.

En la construcción de vivienda se debe garantizar un confort según el entorno climático para garantizar una buena calidad de vida de sus ocupante y esto se logra gracias a las propiedades de los materiales. El ladrillo suelo cemento (BSC por sus componentes de tierra y cemento se comporta como aislante térmico y por el terminado del ladrillo no requiere de un acabado adicional tanto internos como externos.⁶

El suelo producto de las excavaciones es visto generalmente como un residuo, cuyo tratamiento casi siempre es la disposición controlada en escombreras. Sin embargo, este puede ser valorizado como material de construcción mediante diferentes técnicas, entre ellas la confección de bloques de suelo cemento (BSC), con el empleo de la Cinva-Ram (prensa manual para la elaboración de bloques).⁷

Los (BSC) producidos con la Cinva-Ram presentan un desempeño óptimo según los rangos establecidos por la NTC 5324.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar técnica y económicamente la construcción de vivienda de interés social con bloque suelo cemento (BSC) Vs mampostería confinada caso estudio proyecto (construcción viviendas nuevas sector rural) municipio de – Cerinza, Boyacá

⁶ BEDOYA-MONTOYA, Carlos Mauricio. Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo cemento: del residuo al material. Revista de Arquitectura. Vol. 20 Núm. 1. 2018. 62-70. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín (Colombia). Facultad de Arquitectura, Escuela de Construcción. URL: <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/1193/1875>.

⁷ Ibidem.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar técnicamente el uso de mampostería confinada en la construcción de vivienda de interés social. Caso estudio “Construcción De viviendas nuevas en el área rural del municipio de Cerinza, Boyacá”.

Analizar técnicamente el uso de ladrillo suelo cemento en la construcción de vivienda de interés social. Caso estudio Construcción de viviendas nuevas en el área rural del municipio de Cerinza, Boyacá

Realizar un análisis financiero en mampostería confinada vs ladrillo suelo cemento vivienda tipo municipio de Cerinza, Boyacá

Tabla 1. Cronograma

TRABAJO DE GRADO											
PROGRAMA DE ACTIVIDADES											
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Segundos semestres de 2020						Primer semestre de 2021				
	julio	agos	Sep.	Oct	nov	dic	feb	mar	abr	May	jun
Formulación del problema											
Delimitación y justificación											
Objetivos											
Fases Metodología											
Ajustes documento anteproyecto											
Aprobación de anteproyecto											
Desarrollo primera fase proyecto											
Desarrollo segunda fase proyecto											
Desarrollo tercera fase proyecto											
Sustentación proyecto											
Entrega documento final											

Fuente: Autor

Tabla 2. Presupuesto

PRESUPUESTO EJECUCIÓN PROYECTO	
DESCRIPCIÓN	VALOR
MATERIALES	\$ 1,850,000
FOTOCOPIAS	\$ 150,000
INTERNET	\$ 200,000
EQUIPO DE OFICINA	\$ 1,500,000
VISITAS	\$ 1,500,000
TRANSPORTE	\$ 1,500,000
TIEMPO	\$ 1,500,000
JORNADA DE INVESTIGACIÓN	\$ 3.200.000
VALOR TOTAL	\$ 6.550.000

Fuente: Autor

2. MARCOS DE REFERENCIA

2.1 MARCO CONCEPTUAL

MAMPOSTERÍA: elementos utilizados como envolvente “muro” en una edificación para garantizar protección ante factores ambientales. Estos pueden ser contruidos con ladrillos cerámicos o prefabricados, pegados con una pasta compuesta de cemento, arena y agua en proporciones según resistencia deseando.

CLASES DE MAMPOSTERÍA

Mampostería Reforzada:

Es la construcción que se realiza con elementos de mampostería con perforación verticales, las cuales se unen con mortero y reforzadas internamente con acero

Mampostería parcialmente reforzada:

Es la construcción que se realiza con elementos de mampostería con perforación verticales, las cuales se unen con mortero y reforzadas internamente con acero

Mampostería No Reforzada

Construcción con elementos de mampostería unidas con mortero, que no cumplen las exigencias mínimas de refuerzo establecidas

Mampostería de Muros Confinados

Construcción con elementos de mampostería unidos con mortero, reforzados de forma vertical con columnas, para confinar el muro y horizontal con vigas de amarre de tal forma que se genere un diafragma

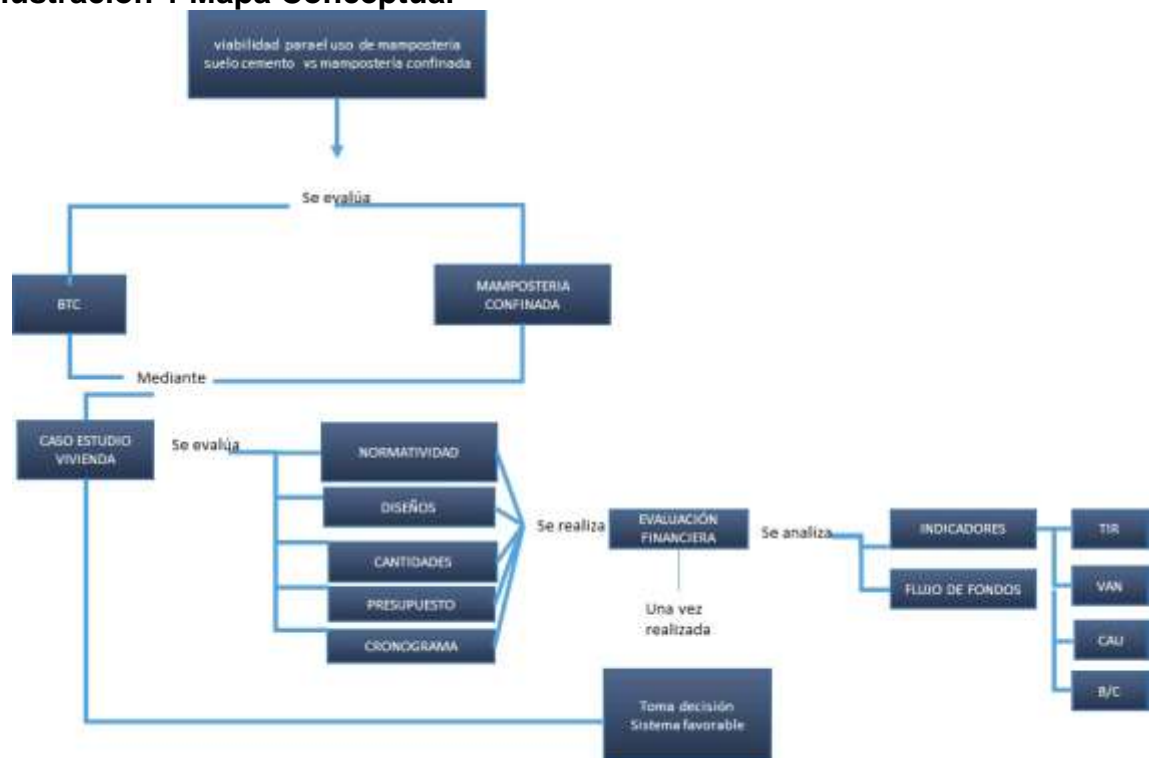
CEMENTO: Es un material pulverizaste compuesto por cal, sílice, alúmina y óxido de hierro, con la dicción de agua forma una pasta que al secarse se endurece:

Ladrillo Suelo Cemento

Es la mezcla de tierra y cemento en una proporción aproximada de 1: 9, donde previamente se debe realizar una caracterización del material para posteriormente ser elaborado en la maquina CIMVA -RAM

VIVIENDA: es un espacio donde convergen una serie de espacios que tiene afinidad de relación entre si habitaciones, baños, comedor, cocina- sala. Existen dos tipologías de viviendas unifamiliares son aquellas viviendas aisladas y las multifamiliares las que se hacen a través de un módulo repetitivo en altura (edificio) donde se comparte una serie de zonas comunes. En Colombia también se podría definir la vivienda de interés social enfocada a las familias que gana menos de un salario mínimo.

Ilustración 1 Mapa Conceptual



Fuente: Autor

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1. VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL

Según INTRAGO PLAZAS ⁸, la vivienda es una de las necesidades básicas de toda familia independiente de su nivel socio económico, un porcentaje en el mundo carece de este bien, de esta manera surge la vivienda de interés social

⁸ INTRAGO PLAZA, José; MUÑOZ-ZAMBRANO, Shalea; HORMAZA-MUÑOZ Zaida. Propuestas para el desarrollo sostenible de la vivienda de interés social. Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN. Volumen 4, Número 6 (ene-jun) ISSN: 2697-3456. URL: https://www.researchgate.net/publication/341049967_PROPUESTAS_PARA_EL_DESARROLLO_SOSTENIBLE_DE_LA_VIVIENDA_DE_INTERES_SOCIAL.

para dar solución a esta necesidad que se presenta, cumpliendo con las características espaciales que garantice una calidad de vida de sus ocupantes

- . *Según la Ley 388 de 1997 en el artículo 91 ", la vivienda de interés social es aquella que se desarrolla para garantizar el derecho a la vivienda de los hogares de menores ingresos, que cumple con los estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción sostenible, y cuyo valor no exceda ciento treinta y cinco salarios mínimos mensuales legales vigentes (135 smmlv).*

En la Constitución Política de la República de Colombia en su Artículo 51 establece: *"Todos los colombianos tienen derecho a vivienda digna. El Estado fijará las condiciones necesarias para hacer efectivo este derecho y promoverá planes de vivienda de interés social, sistemas adecuados de financiación a largo plazo y formas asociativas de ejecución de estos programas de vivienda."*⁹

VÁZQUEZ AGUADO,¹⁰ menciona según las naciones unidas el derecho de una vivienda digna es de toda mujer, hombre y niños, en el que esté acorde un espacio de convivencia segura y en paz

2.2.2 LADRILLOS DE SUELO-CEMENTO (BTC)

ECHEVERRY CORREA¹¹ describe que los BTC son elementos realizados de forma prefabricada con una mezcla suelos arcillosos y arenosos, con la adición de un estabilizante cemento o cal, elaborados de forma individual con una máquina que trabaja a la compresión.

La invención de esta tecnología tuvo sus inicios en Colombia en los años 50 gracias al ingeniero Raúl Ramírez, donde se elaboró la máquina denominada CINVA-RAM. Convirtiéndose en una de las alternativas más difundidas en Latinoamérica y en el mundo para la construcción de vivienda

⁹ ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE. Constitución Política de Colombia. 1991. URL: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html.

¹⁰ VÁZQUEZ AGUADO, Octavio; RELINQUE MEDINA, Fernando y otros. Vivienda e intervención social. Madrid, Spain: Dykinson. Revista Prisma Social. URL: <https://revistaprismasocial.es/article/view/2335>.

¹¹ ECHEVERRY CORREA, Jhon Edward; JARAMILLO VALENCIA, Camilo. Elaboración de (BTC) bloques de tierra comprimida con suelos derivados de cenizas volcánicas y materiales alternativos. Facultad de Ingeniería, Universidad Libre. Pereira, 2017. URL: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17000/ELABORACI%C3%92N%20DE%20BLOQUES%20DE%20TIERRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Ilustración 2. Ladrillo suelo cemento



Fuente: Lo último en ladrillos lego. <https://negrete.evisos.cl/lo-ultimo-en-ladrillos-lego-id-649818#blockGallery>

Beneficios Sistema Constructivo

- Se reduce el tiempo de construcción en 30 %, con relación a los sistemas constructivos de mampostería tradicionales., por su sistema modular.
- Disminución en el costo en un 40% en muros de BTC con relación a los de arcilla cocida
- El refuerzo se instala en los huecos del ladrillo disminuyendo la cantidad de acero.
- para un adecuado fraguado de Los BTC se realiza en sombra, a diferencia de los materiales tradicionales (arcilla) deben ser cocidos en hornos con mineral como el carbón causan efectos negativos al medio ambiente por el aumento de CO₂ a la atmosfera.
- Por las características de terminado del material no es necesario la aplicación de pañete o pinturas, necesitando la aplicación de un impermeabilizante
- Se disminuye la generación de desechos
- Los BTC por sus diseños y las características del material que están elaborados, por sus huecos se genera un aislamiento acústico disminuyendo los ruidos en la vivienda.
- En los huecos de los ladrillos BTC se forman cámaras térmicas impidiendo que el calor externo ingrese a la vivienda, favoreciendo un entorno fresco en la parte interna en la época de verano

- En la época que hace frío las características del material actúan de forma contraria en la parte interna es más caliente que la externa. Generando más confort en la vivienda.
- los huecos de los ladrillos permiten la expulsión del aire evitando la presencia de humedad en los muros, evitando daños a los materiales.
- La instalación hidráulica, sanitaria y eléctrica se instala en los orificios de los ladrillos evitando obras adicionales. Por posibles rupturas.
- Los BTC pueden ser elaborados con materiales de las mismas obras producto de las excavaciones. Evitándose costos adicionales productos de transporte.
- Para la instalación del material no se requiere de obra especializada
- En su proceso de fabricación no se utiliza combustible, evitando la generación de CO₂ al medio ambiente, siendo un material ecológico.
- Por la geometría del material se evita menor cantidad de mortero para

DESVENTAJAS

- Poca resistencia a la humedad

2.2.3 MAMPOSTERÍA CONFINADA

JARAMILLO BOTERO¹² describe la mampostería confinada como uno de los sistemas constructivos más utilizados en la construcción de viviendas de uno y dos pisos en el que los muros son confinados verticalmente con columna y horizontalmente con las vigas de amarre para formar un diafragma según lo establecido en el título E de la NSR-10, donde se establecen los parámetros a tener en cuenta para el diseño de las edificaciones bajo esta norma.

Para que este sistema constructivo tenga una adecuada respuesta ante un sismo se debe crear diafragmas tanto en la cimentación como en las vigas de amarre y vigas corona, el diseño de los muros debe ser simétrica en las dos direcciones

¹² JARAMILLO BOTERO, Gustavo. Manual de Muros Confinados. Edición de prueba Actualizada con la NSR-10. s.f. URL: <https://uniquindio-dspace.metabiblioteca.com/bitstream/001/4618/1/Manual%20de%20Muros%20confinados-Titulo%20E-NSR-10.pdf>.

teniendo presente las distancias mínimas permitidas por la norma. Para de esta manera tener una resistencia a las fuerzas horizontales y verticales de la edificación.

CONDICIONES DE SIMETRÍA

La edificación en lo posible debe diseñarse simétricamente para disminuir la causa generada por la torsión, evitando longitudes mayores a las de un rectángulo.

INTEGRIDAD ESTRUCTURAL:

La regularidad de la estructura se debe mantener en la planta arquitectónica como en altura manteniendo la continuidad de los muros de carga, para tener una favorable respuesta de las vigas que actúan como diafragmas.

CONTINUIDAD VERTICAL:

En los muros estructurales se debe garantizar la continuidad vertical desde la cimentación hasta las vigas de amarre. Para el caso de viviendas de dos pisos la continuidad debe llegar hasta las vigas corona d el a cubierta

2.2.4 EVALUACIÓN FINANCIERA

Según Valencia ¹³ al evaluar un proyecto podemos determinar los beneficios al realizar una inversión, desde un enfoque económico. De esta manera se puede proyectar un ingresos y costos en un tiempo determinado, y con base en estas variables obtenemos unos indicadores que nos permites evaluar la rentabilidad del proyecto y optar por la mejor decisión

MEZA OROZCO,¹⁴ dice la evaluacion de un proyecto se determina con proyecciones finacieras con un alto nivel de incertidumbre, dependiendo de la conplegidad, para determinara las proyecciones se realiza con base en un analisis de mercado ,obteniendo una demanda de productos en un horizonte de tiempo con modelos estadisticos, y determinar el comportamiento del consumidor ante la

¹³ VALENCIA, Wakter Andia. Indicador de Rentabilidad de Proyectos: el Valor Actual Neto (VAN) o el Valor Económico Agregado (EVA). Revista de Facultad de Ingeniería Industrial. 14(1): 15-18 (2011) UNMSMISSN: 1560-9146 (Impreso) / ISSN: 1810-9993 (Electrónico). URL: https://www.researchgate.net/publication/307180560_Indicador_de_Rentabilidad_de_Proyectos_el_Valor_Actual_Neto_VAN_o_el_Valor_Economico_Agregado_EVA.

¹⁴ MEZA OROZCO, Jhonny Jesús. (2010). Evaluación financiera de proyectos (2a. ed.). Bogotá, Colombia. Ecoe Ediciones.

oferta del producto.

PADILLA ¹⁵ afirma la evaluación de un proyecto se puede realizar desde dos enfoques privado y social, desde la posición que sea haga en la evaluación nos determinara la realización del proyecto

Técnicas de Evaluación Financiera

Entre las técnicas más aplicadas para la evaluación financiera de un proyecto se encuentran:

- **Periodo de recuperación de recuperación de la inversión**

Es una herramienta que nos permite determinar el plazo en que se recupera la inversión del capital invertido. Entre sus características se tiene:

- a) Se define como el tiempo necesario para que un proyecto recupere su inversión
- b) Se mide la rentabilidad en términos del tiempo

VALOR PRESENTE NETO (VPN)

Es el resultado de comparar el valor presente de ingresos y el egreso en corte determinado del proyecto

Tabla 3 Criterios de Aceptación VAN

Valor	Significado	Decisión a tomar
$VAN > 0$	Ganancias producidas por encima de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto puede aceptarse
$VAN < 0$	Ganancias por debajo de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto deberá rechazarse
$VAN = 0$	La inversión no producirá ni ganancias ni pérdidas	Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida, la decisión deberá basarse en otros criterios

Fuente: Córdoba marcial. (2011) Formulación y evaluación de proyectos (2a. ed.). Bogotá, Colombia. Ecoe Ediciones. Pág. 236.

¹⁵ Córdoba marcial. (2011) Formulación y evaluación de proyectos (2a. ed.). Bogotá, Colombia. Ecoe Ediciones.

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La tasa interna de retorno, conocida como TIR refleja la tasa de interés o de rentabilidad que el proyecto arrojará periodo a periodo durante toda su vida útil

- Si un proyecto tiene la $TIR >$ tasa de interés de oportunidad se puede aceptar
- Si La $TIR <$ tasa de interés de oportunidad se rechaza
- Si La $TIR =$ tasa de interés hay indiferencia frente al proyecto

2.3 MARCO JURÍDICO

Para el trabajo objeto de esta investigación, las normas bajo las cuales se evalúan el ladrillo suelo cemento (BSC) y mampostería confinada se describe a continuación:

- Norma técnica Colombia (NTC 5324) bloques de suelo cemento para muros y divisiones.¹⁶
- Norma Sismo resistente del 2010 (NSR-10) título E¹⁷
- EOT municipio de Cerinza, Boyacá.¹⁸
- Ley 388 de 1997¹⁹

2.4 MARCO GEOGRÁFICO

El marco geográfico en el cual se desarrollará la investigación es en Colombia departamento de Boyacá municipio de Cerinza.

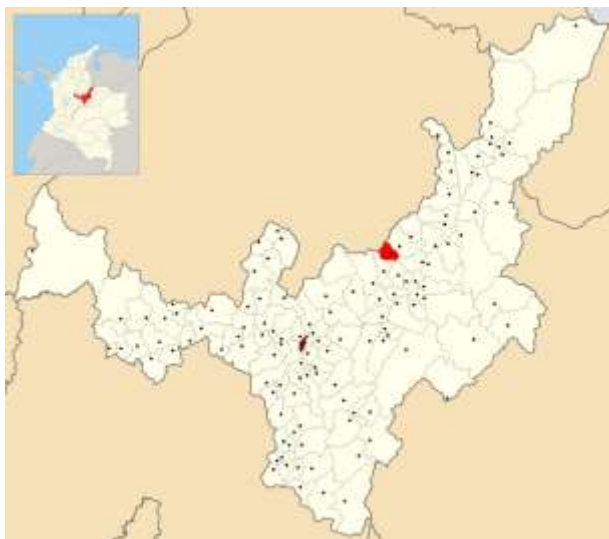
Ilustración 3. Localización municipio de Cerinza.

¹⁶ ICONTEC. 2004. NTC 5324 bloques de suelo cemento para muros y divisiones. definiciones, especificaciones, método de ensayo, condiciones de entrega.

¹⁷ COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN DE CONSTRUCCIONES SISMOS RESISTENTES. NSR-10 Título E. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010. URL: <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/5titulo-e-nsr-100.pdf>.

¹⁸ ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL DE CERINZA. Cartilla EOT-Cerinza. 2018. URL: <http://www.cerinza-boyaca.gov.co/noticias/cartilla-eotcerinza>.

¹⁹ CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. Ley 388 de 1997. http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0388_1997.html.



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Cerinza#/media/Archivo:Colombia_Boyaca_-_Cerinza.svg

2.5 MARCO DEMOGRÁFICO

El presente trabajo fue basado en un caso de estudio de construcción de vivienda en el sector rural por parte de la alcaldía de Cerinza - Boyacá

“Cerinza está, ubicado en la Provincia de Tundama del Departamento de Boyacá, colindando con los siguientes municipios: POR EL NORTE Con el Municipio de Belén. POR EL OCCIDENTE. Con el municipio del Encino, POR EL SUR. Con el Municipio de Santa Rosa de Viterbo. POR EL ORIENTE. Con los Municipios de Floresta y Beteitiva

División Territorial

Sector Urbano El sector urbano se divide en los siguientes barrios: Villa del Rio, La esperanza, Villa Real San Luis y Centro Urbano.

Sector Rural La zona rural del municipio cuenta con una extensión territorial de 61,63 km², dividida en nueve (9) veredas: La Meseta, Martínez Peña, El Hato, Chital, San Victorino, Centro Rural, Cobagote, Novare Y Chital.

La población del municipio de Cerinza, ha venido disminuyendo, pues en el censo 2005 reportó 4.706 habitantes y de acuerdo con la oficina de SISBEN a corte de

febrero de 2016 se reporta un total de 3.604 personas.

La población en el municipio de mayor concentración en el área Rural con un 58.9% donde las veredas más habitadas son Toba y Cobagote, ubicadas al sur del municipio. Esta concentración poblacional, en la parte rural se debe a que un gran número de las personas se dedican a actividades agrícolas y ganadera para su sustento.”²⁰

Vivienda : En el municipio de Cerinza existen alrededor de 1.722 viviendas distribuidas en las áreas urbana y rural; con un promedio de 2.18 habitantes por vivienda, de los cuales un 10% en el area urbana su sistema constructivo es en adobe y tapia pisada y el resto predomina construcciones con tipologias viviendas modernas con la utilizacion de materiles como ladrillo y concreto. En el sector rural predominan construcciones en adobe teja de barro. Y en algunas apliaciones realizadas con bloque en arcilla cocida y tejas de fibrocemento.

En las diferentes administaciones de cerinza boyaca se han emprendido diferentes proyectos de construccion de vivienda de interes social y mejoramientos de viviendas con la utilizacion de materiles como ladrillo estructural y tejas en asbesto cemento. Por los escasos recuros el munipio no alcanza a satisfacer la necesidad del deficit de vivienda.

2.6 ESTADO DEL ARTE

En la actualidad se han realizados números investigación en el sistema constructivo de mampostería confinado para evaluar su comportamiento ante un eventual sismo según los parámetros en la norma NSR 2010, también se ha evaluado su costo, siendo este uno de los sistemas más utilizados en las construcciones tradicionales.

Con el fin de generar nuevos materiales a bajo costo y disminuir el impacto ambiental dejando por la cadena de producción de materiales tradicionales como el ladrillo en arcilla cocina. Varias universidades en Colombia y en el resto del mundo han realizado estudios en la elaboración de ladrillo en suelo cemento obteniéndose resultados favorables técnico y económico en la construcción de

²⁰ ALCALDÍA MUNICIPAL DE CERINZA. Plan de Desarrollo 2016-2019. Concejo Municipal de Cerinza. 2016. https://cerinzaboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/cerinzaboyaca/content/files/000063/3113_plan-desarrollo-20162019.pdf.

vivienda de interés social

Según las bases de datos consultados se encontraron las siguientes referencias.

Tabla 4. Estado de arte

AUTOR	DESCRIPCIÓN
BEDOYA-MONTOYA ²¹	<p>Describe que el material de excavación en los diferentes proyectos no se aprovecha para producir materiales para la misma como lo es el ladrillo, con máquinas portátiles como la cimva ram.</p> <p>En el departamento de Antioquia municipio Carmen de Viboral se planteó la construcción de una vivienda en suelo – cemento con material de residuos propio de la construcción obteniéndose resultados favorables técnicos y económicos según la norma establecida para esta tipología de material.</p>
BAILÓN ABAD ²²	<p>Se concluye por medio de una investigación realizada por la universidad nacional de Loja en el Ecuador que los ladrillos estabilizados con cemento se comportan de manera favorable según experimentos realizados, se realizó la construcción de una vivienda prototipo bajo la modalidad de autoconstrucción,</p>
Carlos y OBANDO ²³	<p>Por medio de transferencia de tecnología a la población en la elaboración de los BTC se evidencio un rendimiento mayor en comparación con construcciones tradicionales en el desarrollo de la obra</p>
CORRAL TOIRAC ²⁴	<p>En la investigación realizada se concluye que al hacer una buena caracterización del material para la</p>

²¹ BEDOYA-MONTOYA, Carlos Mauricio. Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo cemento: del residuo al material. Revista de Arquitectura. Vol. 20 Núm. 1. 2018. 62-70. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín (Colombia). Facultad de Arquitectura, Escuela de Construcción. URL: <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/1193/1875>.

²² BAILÓN ABAD, Emperatriz Isabel; ESPINOSA GUARICELA, Romel Iván; ACEVEDO CATÁ, Jorge Bernardo. Bloque de suelo estabilizado en pequeño formato y tecnología de colocación en obra en vivienda de interés social. Revista de Ingeniería y Desarrollo. Vol. 37, Núm. 2018. URL: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/852/85263723007/85263723007.pdf>.

²³ MAS, Jorge; KIRSCHBAUM, Carlos y OBANDO, Jesús. Vivienda rural sustentable: investigación, transferencia y autoconstrucción. El Puestito -Tucumán, Argentina. Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Argentina Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (ILAV). 2012. URL: <https://docplayer.es/77305881-Vivienda-rural-sustentable-investigacion-transferencia-y-autoconstruccion-el-puestito-tucuman-argentina.html>

²⁴ CORRAL TOIRAC, José. El suelo-cemento como material de construcción. Ciencia y sociedad. 2008. pág. 520-571

	elaboración de los ladrillos en suelo – cementos estos tienen mejores propiedades en cuanto a su resistencia, siendo favorables para la construcción.
VALDIVIA CARIAT ²⁵	Como resultado de una investigación en el Perú se concluye que las viviendas construidas en ladrillo suelo cemento son más económicas que las realizadas en mampostería confinada
FUNDACIÓN TIERRA VIVA. ²⁶	En el departamento de Antioquia en el municipio de Vegachí se realizó la construcción de una urbanización para beneficiar a 104 familias, en la modalidad de autoconstrucción con un diseño estructural de mampostería estructural. Utilizando ladrillo en suelo cemento
OSORNO ²⁷	En este trabajo se evalúa el comportamiento del mercado del ladrillo del suelo cemento, en comparación con el ladrillo en arcilla
CAICEDO GANTIVAR. ²⁸	Como resultado de la investigación se plantea comparar las ventajas y desventajas de implementar el bloque de concreto a color con respecto a materiales tradicionales

Fuente: Autor

²⁵ VALDIVIA CARIAT, José Augusto. Factibilidad de implementación del material suelo-cemento como material de construcción para viviendas de bajo costo en el Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. 2016. URL: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7401>.

²⁶ FUNDACIÓN TIERRA VIVA. Proyecto Vegachi – Antioquía. 2009. URL: <http://www.fundaciontierraviva.org/2009/11/vegachi-antioquia/>.

²⁷ OSORNO, Adelaida María; PELÁEZ MEDINA, Daniel. Estudio de prefactibilidad para la fabricación de bloques de suelo cemento insitu, en obras de la constructora estructurar. Institución Universitaria ESUMER. 2020. URL: <http://repositorio.esumer.edu.co/bitstream/esumer/1575/3/Proyecto%20Bloques%20de%20Cemento%20Insitu.pdf>.

²⁸ CAICEDO GANTIVAR, M. Á.; GUARÍN BARÓN, R. E. & PÁEZ PATIÑO, W. Evaluar la factibilidad económica para implementar la construcción de la mampostería con bloques de concreto a color. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Especialización en Gerencia de Obras. 2017. Bogotá, Colombia

3. METODOLOGÍA

3.1 FASES DEL TRABAJO DE GRADO

La metodología para utilizar en la investigación es explicativa con enfoque descriptivo, cualitativo y cuantitativo la cual se realizará en las siguientes fases:

FASE 1 evaluación técnica del sistema constructivo de mampostería confinada caso estudio “construcción viviendas en el área rural del municipio de Cerinza, Boyacá”

- Revisión de documentación y normatividad sistema constructivo mampostería confinada.
- Elaboración de diseños en mampostería confinada caso estudio construcción de viviendas nuevas en el área rural del municipio de Cerinza - Boyacá”
- Estimación de cantidades caso estudio construcción de viviendas nuevas en el área rural del municipio de Cerinza - Boyacá”
- Elaboración de presupuestos caso estudio construcción de viviendas nuevas en el área rural del municipio de Cerinza - Boyacá”
- Elaboración de cronograma caso estudio construcción de viviendas nuevas en el área rural del municipio de Cerinza - Boyacá”

Fase 2 Análisis mampostería en suelo cemento Para el caso de estudio Construcción de viviendas nuevas en el área rural del municipio de Cerinza, Boyacá”.

- Revisión de documentación y normatividad sistema constructivo mampostería suelo cemento.
- Elaboración de diseños en mampostería suelo cemento caso estudio construcción de viviendas nuevas en el área rural del municipio de Cerinza - Boyacá”
- Estimación de cantidades caso estudio construcción de viviendas nuevas en el área rural del municipio de Cerinza - Boyacá”

- Elaboración de presupuestos caso estudio construcción de viviendas nuevas en el área rural del municipio de Cerinza - Boyacá”
- Elaboración de cronograma caso estudio construcción de viviendas nuevas en el área rural del municipio de Cerinza - Boyacá

Fase 3 Análisis Financiero en Mampostería Confinada Vs Ladrillo Suelo Cemento.

Para la evaluación financiera se realiza teniendo en cuenta los siguientes indicadores:

- Elaboración de diagrama de flujo de fondos
- Simulación de escenarios con endeudamiento y sin endeudamiento
- Cálculos de indicadores – TIR- VAN –CUE- B/C
- Toma de decisiones

4. DESARROLLO

A continuación, se desarrollan las fases propuestas en la metodología para dar respuesta a los objetivos planteados

4.1 EVALUACIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE MAMPOSTERÍA CONFINADA CASO ESTUDIO

Para realizar el análisis de los dos sistemas constructivos descritos en el presente trabajo se tomó como caso de estudio el proyecto de construcción cuatro viviendas realizadas en la zona rural del municipio de Cerinza Boyacá en el año 2020. Por parte del municipio.

La construcción del proyecto lo realizó el arquitecto Michel Jacobo ramos autor del presente trabajo. El sistema constructivo utilizado fue en mampostería confinada. Las viviendas fueron construidas en cuatro veredas a una distancia aproximada del casco urbano de 10 kilómetros, tiempo en vehículo media hora, dado que en las viviendas se tiene un diseño tipo se tomó como referencia una.

Imagen 1. Vivienda Tipo construida



Fuente: Autor

Imagen 2. Localización Proyecto



Fuente: <https://earth.google.com/>

4.1.1 REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN Y NORMATIVIDAD SISTEMA CONSTRUCTIVO MAMPOSTERÍA CONFINADA

Según la ley 400 de 1997²⁹ se adopta las normas sobre construcciones sismo resistentes en Colombia, y se crea Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, siendo este el ente rector para la aprobación de la NSR 2010. Según en la literatura encontrada se evidencian una serie de manuales para construcción en mampostería confinada. Pero estos se rigen por cada una los lineamientos establecidos en el título E de dicha norma.

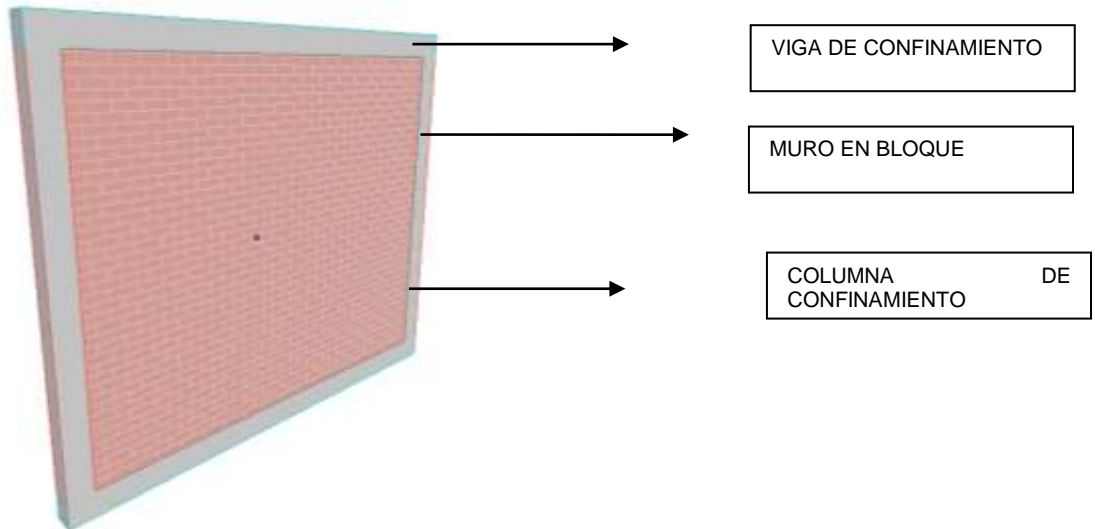
Por lo anterior se describen los aspectos más importantes a tener en cuenta en la construcción de vivienda de uno y dos pisos según el título E de la norma NSR 2010.

4.1.1.1 Mampostería Confinada.

En el sistema constructivo de mampostería confinada soporta las cargas verticales y horizontales, los muros se mantienen confinados por los sistemas de columnas y muros que se unen entre sí.

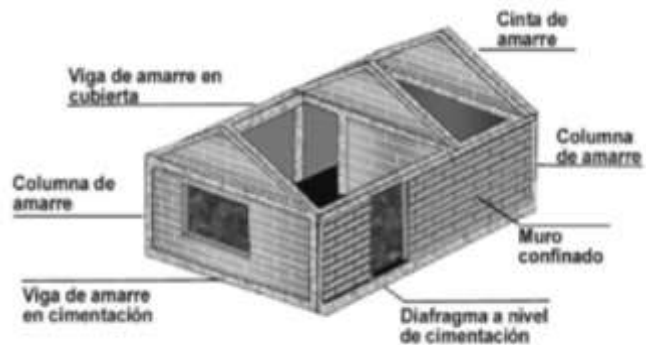
²⁹ CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 400 de 1997. Disponible [en línea] URL: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0400_1997.html#1

Ilustración 4. Principio de la Mampostería Confinada



Fuente: autor

Ilustración 5 Estructura de una vivienda de un piso según la norma NSR 2010 en mampostería confinada

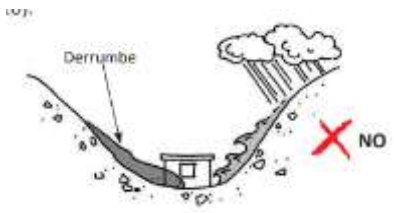


Fuente: Manual de diseño y construcción sismo resistente para casas de uno y dos pisos en mampostería confinada de acuerdo con el título E NSR-10

4.1.1.2 Reglas Mampostería Confinada

En el siguiente cuadro se describen las características principales del sistema constructivo de mampostería confinada según lo establecido en la norma sismo resistente NSR 2010 TITULO E construcción de vivienda de uno y dos pisos, realizados en muros de mampostería confinada y de bahareque y encementados.

Tabla 5. Reglas mampostería confinada

Terreno seguro	<p>No implantar la construcción en sitios de alto riesgo, propensos a deslizamientos e inundaciones.</p> 
Componentes principales de la mampostería confinada	<p>Muros de carga: transfieren las cargas horizontales y verticales a la cimentación, son aquellos que tiene continuidad vertical, desde la cimentación hasta las vigas que conforman el diafragma, los cuales están confinados y no tienen ningún tipo de abertura.</p>
	<p>Muros no estructurales: son aquellos que dividen espacios y no soportan ningún tipo de carga, solamente su propio peso.</p>
	<p>elementos confinantes horizontales y verticales: las columnas de amarre son elementos de confinamientos vertical en concreto de 3 000 psi, las vigas de amarre son elementos de confinamientos horizontal en concreto de 3000 psi</p>
configuración de la edificación	<p>Regularidad de la planta: debe evitarse la irregularidad de la planta, tiene que tener características simétricas.</p>
Distancia horizontal	<p>Longitud libre horizontal: para los muros estructurales la distancia horizontal no puede exceder 35 veces el espesor del muro.</p>
Distancia libre entre diafragmas	<p>Altura libre: para muros estructurales la altura libre no puede exceder 25 veces el espesor del muro.</p>
Disposición de muros estructurales	<p>los muros estructurales tienen mayor resistencia a las cargas laterales por lo que se deben colocar en ambas direcciones con longitudes iguales de forma ortogonal</p>
Simetría	<p>En lo posible la planta arquitectónica debe ser simetría para evitar problemas de torsión en la estructura según la norma NSR 2010, en caso de no tener simetría se debe distribuir en módulos</p>

Cimentación	El sistema de cimentación para viviendas de uno y dos pisos debe estar compuesto en forma de anillos cerrados en concreto reforzado, de esta forma la cimentación transmite las cargas de forma uniforme a la cimentación.
	Los muros estructurales deben estar apoyados sobre vigas de cimentación, las cuales deben ser continuas.
Mampostería	Para construcción de vivienda se puede utilizar concreto y arcilla cocida norma NTC 4205
Mortero de pega	Para tener una resistencia optima se debe realizar la dosificación apropiada 1;4
Aberturas	Deben ser pequeñas, las cuales no se Deben ubicar en las esquinas, el área del vano no debe superar el 35% del área del muro. Las aberturas se les debe realizar un refuerzo en todo su perímetro con vigas y columnas
Longitud de muros confinados	Para tener una disipación de la energía adecuado los muros de carga confinados en planta se deber realización una ubicación en ambas direcciones, para buscar la mayor simetría posible.
Materiales	Concreto: al 28 día de be tener una resistencia a la compresión de 17 .5 Mpa
	Acero de refuerzo: este debe ser liso o corrugado, su límite de fluencia inferior a 240 Mpa
columnas de confinamiento	Hacen parten del sistema sismo resistente de la edificación y se colocan verticalmente, confinado los muros en sus extremos, Dimensiones: las columnas deben tener una sección transversal mínima de (200 cm ²) con un espesor igual al muro. Ubicación: estas se deben ubicar en los extremos de los muros estructurales, en intersección con otros muros estructurales, y en las partes intermedias que no supere 35 veces el espesor del muro. Refuerzo longitudinal: por cuatro barras de acero diámetro No 3 o 3 numero 4. Refuerzo transversal: estribos cerrados de diámetro numero 2 distribuidos cada 20 cts.
	Hacen parte del sistema sismorresistente de la edificación dispuestas de forma horizontal en

Vigas de confinamiento	<p>concreto reforzado en la parte inferior y superior para confinar el muro.</p> <p>El ancho de la viga debe ser igual a la del muro con un área transversal de (200 cm²).</p> <p>Ubicación: Las vigas de amarre forman un anillo entrelazando cada uno d ellos muros para generar un diafragma.</p>
------------------------	---

Fuente: Autor

4.1.1.3 Etapas del Sistema de Mampostería Confinada

Para el proceso constructivo en mampostería confinada se realiza una serie de etapas cronológicamente cumpliendo los parámetros de diseños establecidos en el capítulo E de la NSR 2010

Tabla 6. Proceso constructivo mampostería confinada

<p>localización y replanteo: consiste en marcar el terreno con los ejes de cimentación don se construirá la vivienda</p>	
<p>Excavaciones: se realizan las zanjas para para la implantación de la cimentación y de las instalaciones hidrosanitarias</p>	

<p>concreto ciclópeo: se realiza el mejoramiento del suelo en concreto ciclópeo, sobre el cual se apoyará la viga de cimentación según lo establecido E.2.2.4.2 – NSR-10, Compuesto por un 40% de piedra y 60 % de concreto simple.</p>	
<p>Vigas de cimentación: vigas en concreto reforzado que conforman la cimentación de la vivienda. Según especificaciones técnicas del plano estructural</p>	
<p>Rellenos en recebo: consiste en compactar el material de afirmado en capas no mayores a 10 cm</p> <p>Placa de contrapiso en concreto: placa maciza apoyada sobre el terreno aislada con polietileno para evitar la humedad por capilaridad</p>	

<p>Mampostería: construcción de muros en bloque No 5 de arcilla cocida, los cuales se unen con mortero de pega 1:4, con un grosor de la pega de 7mm a 13 mm. la instalación de estos debe quedar de forma de traba.</p>	
<p>Columnas de confinamiento: elementos de forma vertical en concreto reforzado según lo establecido E.4.3 Columnas de confinamiento del reglamento NSR-10. En el cual el refuerzo debe estar anclado a las vigas de cimentación, y estas deben ser fundidas una vez se levanta los muros</p>	
<p>Vigas de confinamiento en concreto: elementos de forma horizontal en concreto reforzado según lo establecido E.4.3 Vigas de confinamiento del reglamento NSR-10. las cuales se funden una vez estén confinados los muros</p>	
<p>Cintas de amarre en concreto: elemento de confinamiento horizontal en concreto reforzado la cual debe cumplir lo establecido en el numeral E.4.5 Cintas de amarre del reglamento NSR-10. Según sistema constructivo se realizan una vez estén las culatas.</p>	

Cubierta: instalación de cubierta en fibrocemento y correas según recomendaciones del fabricante.



Fuente: Las fotografías son fuente del autor.

4.1.2 DISEÑOS VIVIENDA MAMPOSTERÍA CONFINADA

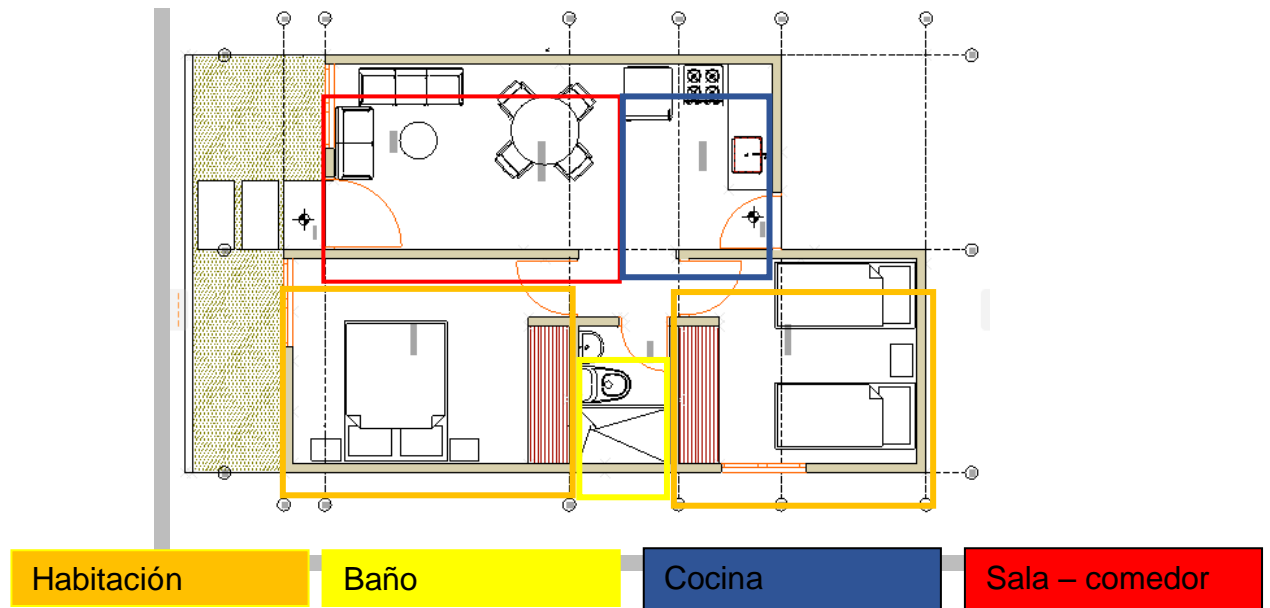
Los planos bajo el sistema constructivo de mampostería confinada son tomados del caso de estudio en el municipio de Cerinza Boyacá.

- Diseño arquitectónico: la vivienda está compuesta por un programa arquitectónico de dos habitaciones, un baño, sala comedora, cocina y un espacio proyectado para patio de ropas. Con un área de 43.11 m².
- Diseño estructural compuesto por una viga de cimentación de 25x25 cm con acero de refuerzo de ½ y flejes distanciados según norma NSR 2010, muros de cargas y divisorios en bloque de arcilla cocida No 5, columnas de confinamiento de 20cm x 11.5 cm, con refuerzo en 3/8, viga sobre muro dimensiones 20*11.5 con refuerzo en varilla de 3/8 y flejes de el mismo diámetro, estructura de la cubierta en perfil estructural de 100x40x1.5 mm. Cubierta en fibrocemento No 10 y carpintería metálica en lamina cold rolled calibre 18

Diseño eléctrico: diseñado en el sistema monofásico compuesto por dos circuitos uno para iluminación y otro para tomas, el sistema de lámparas está diseñado en aplique.

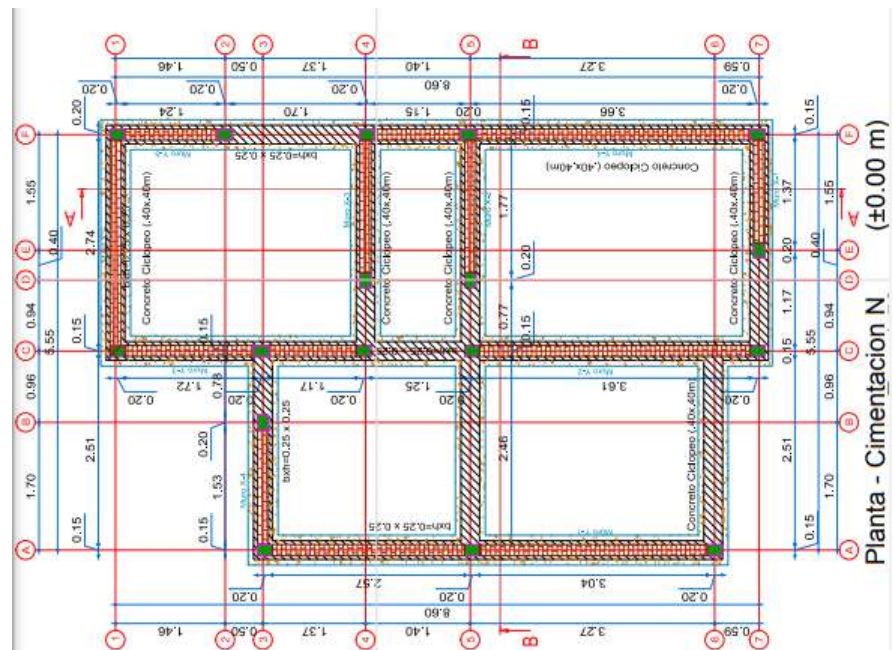
Diseño hidráulico: diseñado en tubería de ½" empotrada en pisos y muros, con un tanque de almacenamiento de 250 lts

Ilustración 6. Diseño arquitectónico.



Fuente: secretaria de planeación Cerinza

Ilustración 7. Diseño cimentación

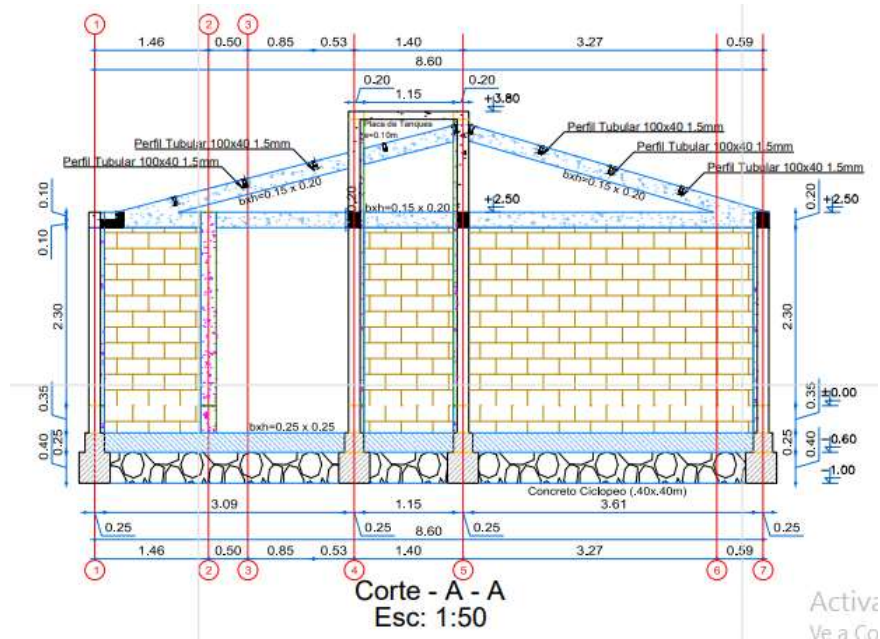


Fuente: Secretaria de planeación- Cerinza.

Planta - Cubierta (+2.50 m)
Esc: 1:50

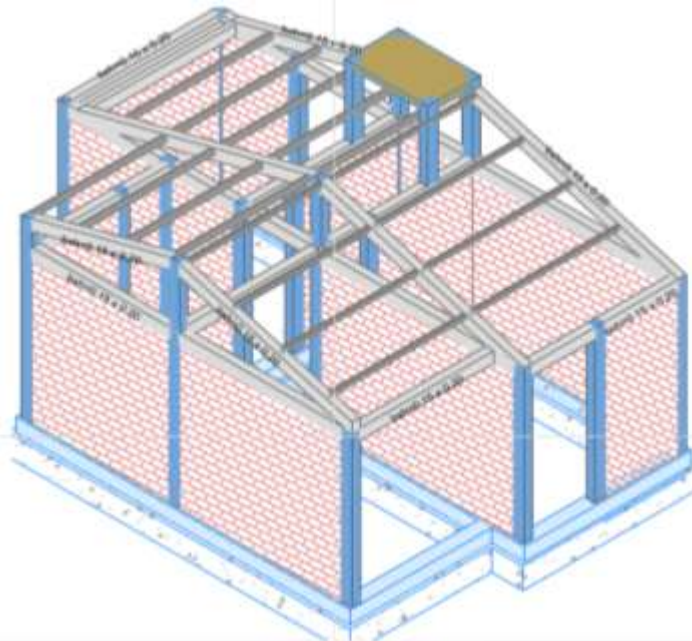
The diagram is a detailed architectural floor plan of a roof structure. It features a grid of columns and beams. Columns are labeled with codes such as Col.11, Col.12, Col.13, Col.14, Col.15, Col.16, Col.17, Col.18, Col.19, Col.20, Col.21, Col.22, Col.23, Col.24, Col.25, Col.26, Col.27, Col.28, Col.29, Col.30, Col.31, Col.32, Col.33, Col.34, Col.35, Col.36, Col.37, Col.38, Col.39, Col.40, Col.41, Col.42, Col.43, Col.44, Col.45, Col.46, Col.47, Col.48, Col.49, Col.50, Col.51, Col.52, Col.53, Col.54, Col.55, Col.56, Col.57, Col.58, Col.59, Col.60, Col.61, Col.62, Col.63, Col.64, Col.65, Col.66, Col.67, Col.68, Col.69, Col.70, Col.71, Col.72, Col.73, Col.74, Col.75, Col.76, Col.77, Col.78, Col.79, Col.80, Col.81, Col.82, Col.83, Col.84, Col.85, Col.86, Col.87, Col.88, Col.89, Col.90, Col.91, Col.92, Col.93, Col.94, Col.95, Col.96, Col.97, Col.98, Col.99, Col.100. Beams are labeled with codes such as B.1, B.2, B.3, B.4, B.5, B.6, B.7, B.8, B.9, B.10, B.11, B.12, B.13, B.14, B.15, B.16, B.17, B.18, B.19, B.20, B.21, B.22, B.23, B.24, B.25, B.26, B.27, B.28, B.29, B.30, B.31, B.32, B.33, B.34, B.35, B.36, B.37, B.38, B.39, B.40, B.41, B.42, B.43, B.44, B.45, B.46, B.47, B.48, B.49, B.50, B.51, B.52, B.53, B.54, B.55, B.56, B.57, B.58, B.59, B.60, B.61, B.62, B.63, B.64, B.65, B.66, B.67, B.68, B.69, B.70, B.71, B.72, B.73, B.74, B.75, B.76, B.77, B.78, B.79, B.80, B.81, B.82, B.83, B.84, B.85, B.86, B.87, B.88, B.89, B.90, B.91, B.92, B.93, B.94, B.95, B.96, B.97, B.98, B.99, B.100. Dimensions are provided in meters (m) and millimeters (mm). The plan includes a title block with the text 'Planta - Cubierta (+2.50 m)' and 'Esc: 1:50'. The drawing is oriented with North (N) at the top.

Ilustración 9. Alzado diseño estructural.



43

Ilustración 10. Isométrico Diseño Estructural



Fuente: Secretaria de Planeación Cerinza Boyacá

4.1.3 CANTIDADES DE OBRA

Las cantidades de obras fueron tomadas según especificaciones técnicas de los planos facilitados por la secretaria de planeación del municipio de Cerinza Boyacá, para el desarrollo de esta etapa los datos fueron registrados en un cuadro en Excel denominado memoria de cantidades, diseñado de la siguiente manera: un espacio a lado izquierdo de la hoja para ubicar en el plano la actividad que se está cuantificando, al lado derecho unas celdas para llenar los datos de las dimensiones del elemento que se está midiendo: el largo, ancho, alto, peso y unidad de medida, como de específica a continuación

Tabla 7. Cantidad localización y replanteo

[illegible]

Fuente: Autor

Tabla 8. Cantidad excavación manual

[illegible]

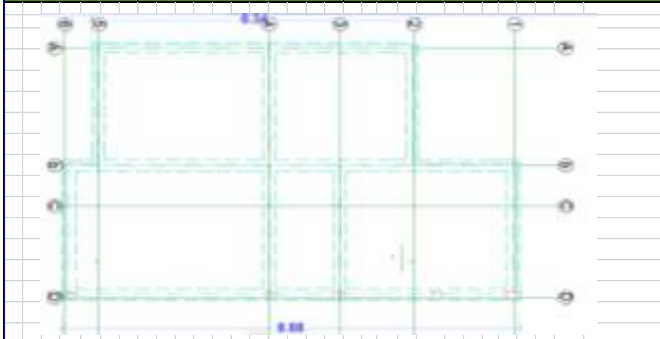
Fuente: Autor

Tabla 9. Cantidad concreto ciclópeo

CAPITULO	MAMPOSTERIA	ITEM		UNID.	m3	UBICACIÓN	VIVIENDA
			Localización	Dimensiones			
				LARGO	Alto	ANCHO	CANTIDAD
			EJE A	6,34	0,02	0,30	
			EJE B	8,88	0,02	0,30	
			EJE D	8,88	0,02	0,30	
			EJE 1	2,67	0,02	0,30	
			EJE 3	2,67	0,02	0,30	
			EJE 4	5,08	0,02	0,30	
			EJE 5	2,41	0,02	0,30	
			EJE 6	2,67	0,02	0,30	
observaciones							
Subtotal							0.24
TOTAL VIVIENDAS							1.00
TOTAL							0.24


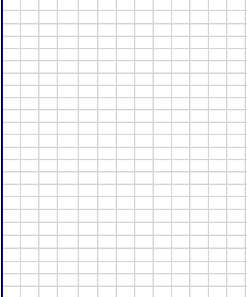
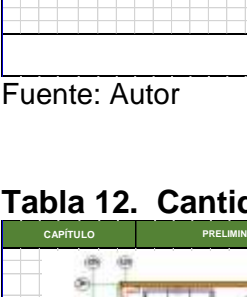
Fuente: Autor

Tabla 10. Cantidad concreta viga cimentación

CAPÍTULO	MAMPOSTERIA	ITEM	Concreto viga de Amarre 21,1 Mpa sección rectangular	UNID.	M3	UBICACIÓN	VIVIENDA
	Localización	Dimensiones			CANTIDAD	Medida Total	
	EJE A	6,34	0,25	0,25		0,40	
	EJE B	8,88	0,25	0,25		0,56	
	EJE D	8,88	0,25	0,25		0,56	
	EJE 1	2,67	0,25	0,25		0,17	
	EJE 3	2,41	0,25	0,25		0,15	
	EJE 4	2,67	0,25	0,25		0,17	
	EJE 5	5,08	0,25	0,25		0,32	
	EJE 6	2,41	0,25	0,25		0,15	
	EJE 7	2,67	0,25	0,25		0,17	
OBSERVACIONES	Subtotal					2,63	
	TOTAL VIVIENDAS					1,00	
	TOTAL					2,63	



Fuente: Autor

Tabla 11. Cantidad de Acero

CAPITULO	CIMENTACION Y DESAGUES	ITEM	sumatoria riguroso y sumario de acero de refuerzo concreto y acero				UNID.	kg	UBICACION	manzana A,B,C
GRAFICO	LOCALIZACION	CANTIDAD	LONGITUD	3/8	5/8	1/2	SUBTOTAL		Nº DE ELEMENTOS	TOTAL
				0,56	1,56	1				
	vg C-F	4	3,75				15		2	30,00
		4	6			X	24		2	48,00
		4	6,5				26			
	VG-A					X			1	26,00
	VG-1-4-7	4	3,4				13,6		3	40,80
						X				
	VG-3-6	4	3,15				12,6		2	25,20
						X				
	V5	4	6			X	24		1	24,00
										
	FLEJES	267	0,84	x			125,5968		1	125,60
	VIGA F	4	3,5	x			7,84		1	7,84
		4	6	x			13,44		1	13,44
	EJE 7	4	3,2	x			7,168		1	7,17
	VIG 3-6	4	3	x			6,72		2	13,44
	eje 5	4	5,9	x			13,216		1	13,22
	eje 1-4	4	3,2	x			7,168		2	14,34
		4	6,4	x			14,336		1	14,34
	eje a									
	eje c	4	3,5	x			7,84		1	7,84
		4	6	x			13,44		1	13,44
	flejes	340	0,54				103		1	103
										
	columnas	4	3,3				7,392		13	95,10
		4	4,5				10,08		4	40,32
	flejes	604	0,54				182,6496		1	183,6496
	placa tanque	7	1,4				5,49		1	5,49
		11	0,85				5,24		1	5,24
	Culatas Ejes B-D	2	8,75				9,8		2	19,60
	Culata Eje A	2	6,72				7,53		1	7,53
	Flejes Culatas	160	0,27				24,19		1	24,19
							SUBTOTAL			909,58
							No viviendas			1
							TOTAL			910


Fuente: Autor

Tabla 12. Cantidad Caja de Inspección

CAPITULO	PRELIMINARES	ITEM	Caja de inspección 60x60x60 en ladrillo			UNID.	UND	UBICACION	VIVIENDA
	LOCALIZACION	LARGO	ANCHO	DESCUENTO	CANTIDAD		Medida Total		
	ANDEN				1,00		1		
OBSERVACION:							Subtotal		1
							TOTAL VIVIENDAS		1,00
							TOTAL		1

Fuente: Autor

Tabla 13. Cantidad Columnas en Concreto

CAPÍTULO	ESTRUCTURA	ITEM	Columnas en concreto 21 Mpa (3000 PSI), altura menor a 3 mts.	UNID.	M3	UBICACIÓN	VIVIENDA	
				Localización	Dimensiones			
					LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD
					0,20	0,13	2,20	13,00
					0,20	0,13	3,41	4,00
OBSERVACION:					Subtotal		1,10	
					TOTAL VIVIENDAS		1,00	
					TOTAL		1,10	


Fuente: Autor

Tabla 14. Cantidad Viga de Amarre sobre Muro

[illegible]

Fuente: Autor

Tabla 15. Cantidad Placa Tanque

CAPÍTULO	PRELIMINARES	ITEM	Placa maciza 21 MPa (3000 PSI) E=0.10 mts.	UNID.	M2	UBICACIÓN	VIVIENDA
	Localización	Dimensiones				Medida Total	
	LARGO	ANCHO	DESCUENTO	CANTIDAD			
	PREDIO	0,95	0,95			0,90	
OBSERVACION:				Subtotal			0,90
				TOTAL VIVIENDAS			1,00
				TOTAL			0,90


Fuente: Autor

Tabla 16. Cantidad muro en bloque No 5

[illegible]

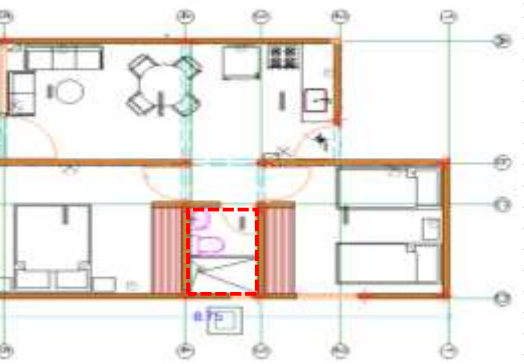
Fuente: autor

Tabla 17. Cantidad Mesón en Concreto

CAPÍTULO	MAMPOSTERIA	ITEM	Mesones en Concreto A=0.60 17.5 Mpa (2500 PSI) incluye refuerzo.	UNID.	M2	UBICACIÓN	VIVIENDA			
				Localización	Dimensiones		Medida Total			
				ANCHO	LARGO DESCUENTO	CANTIDAD				
				cocina	0,60	1,50			0,90	
OBSERVACION:										
Subtotal							0,90			
TOTAL VIVIENDAS							1,00			
TOTAL							0,90			

Fuente: Autor

Tabla 18. Cantidad de Pañete

CAPÍTULO	PAÑETES	ITEM	Pañete Iso 1:4	UNID.	M2	UBICACIÓN	VIVIENDA			
				Localización	Dimensiones		CANTIDAD	Medida Total		
				LARGO	ALTO DESCUENTO					
				BAÑO	5,56	2,20		0,20	12,03	
OBSERVACION:										
Subtotal							12,03			
TOTAL VIVIENDAS							1,00			
TOTAL							12,03			

Fuente: Autor

Tabla 19. Cantidad puntos de agua fría

CAPÍTULO	INSTALACIONES	ITEM	Punto agua fría PVC de 1/2" paral de techo.	UNID.	LIND	UBICACIÓN	VIVIENDA		
				Localización	Dimensiones				Medida Total
				LARGO	ALTO	DESCUENTO	CANTIDAD		
				BAÑO			3,00		3,00
				COCINA			1,00		1,00
				PATIO			1,00		1,00
OBSERVACION:									
				Subtotal			5,00		
				TOTAL VIVIENDAS			1,00		
				TOTAL			5,00		

Fuente: Autor

Tabla 20. Cantidad Registro

[illegible]


Fuente: Autor

Tabla 21. Cantidad Tanque de Agua

[illegible]


Fuente: Autor

Tabla 22. Cantidad salida sanitaria 2"

CAPITULO	INSTALACIONES- SANITARIAS	ITEM	Punto desagües 2"	UNID.	UND	UBICACIÓN	VIVIENDA			
				Localización	Dimensiones		Medida Total			
				LARGO	ALTO					
				DESCUENTO		CANTIDAD				
OBSERVACION:				Subtotal			3,00			
				TOTAL VIVIENDAS			1,00			
				TOTAL			3,00			

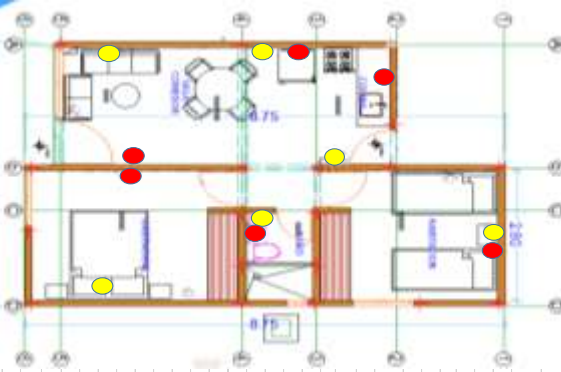
Fuente Autor

Tabla 23. Cantidad salida sanitaria 3"

CAPÍTULO	INSTALACIONES- SANITARIAS	ITEM	Punto desagües 3"	UNID.	UND	UBICACIÓN	VIVIENDA		
				Localización	Dimensiones			Medida Total	
				BAÑO	LARGO	ALTO	DESCUENTO	CANTIDAD	
								1.00	1.00
OBSERVACION:					Subtotal				1.00
					TOTAL VIVIENDAS				1.00
					TOTAL				1.00

Fuente: Autor

Tabla 24. Salida lámpara

CAPÍTULO	INSTALACIONES- ELECTRICAS	ITEM	Salida lámpara toma P/V completa	UNID.	UND	UBICACIÓN	VIVIENDA			
				Localización	Dimensiones		Medida Total			
				LARGO	ALTO					
				DESCUENTO		CANTIDAD				
OBSERVACION:				Subtotal			12,00			
				TOTAL VIVIENDAS			1,00			
				TOTAL			12,00			

Fuente: Autor

Tabla 25. Tablero circuitos

[illegible]

Fuente: Autor

Tabla 26. Cantidad de recebo

CAPÍTULO				PISOS	ITEM	Base en Material de alfirmado Compactado	UNID.	M3	UBICACION	VIVIENDA	
						Localización	Dimensiones			Medio Total	
							LARGO	ANCHO	ALTO		CANTIDAD
						SALA-COMEDOR	3,07	2,41	0,15		1,11
						COCINA	2,52	2,41	0,15		0,91
						HABITACION-1	2,67	3,64	0,15		1,46
						HABITACION-2	2,67	3,12	0,15		1,25
						BAÑO	1,12	2,64	0,15		0,44
OBSERVACION:						Subtotal				5,17	
						TOTAL VIVIENDAS				1,00	
						TOTAL				5,17	

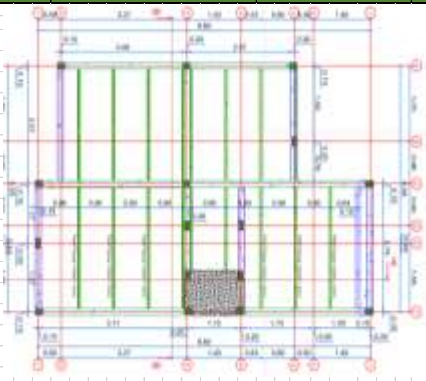
Fuente: Autor

Tabla 27. Cantidad concreto piso

[illegible]

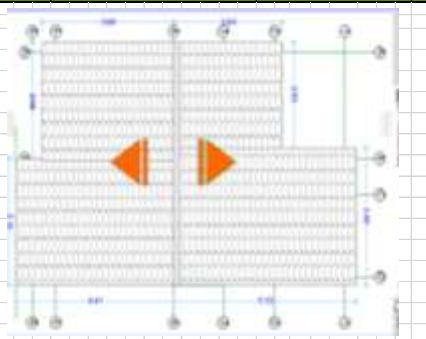
Fuente: Autor

Tabla 28. Estructura metálica

CAPÍTULO	CUBIERTA	ITEM	Suministro e instalación perfiles metálica para estructura de cubierta, dimensiones y calibres según diseño	UNID.	KG	UBICACIÓN	VIVIENDA			
				Localización	Dimensiones		Medida Total			
				LARGO	PESO/ML					
					DESCUENTO	CANTIDAD				
					6,00	3,40	6,00			
							122,40			
							0,00			
							0,00			
							0,00			
OBSERVACION:				Subtotal			122,40			
				TOTAL VIVIENDAS			1,00			
				TOTAL			122,40			

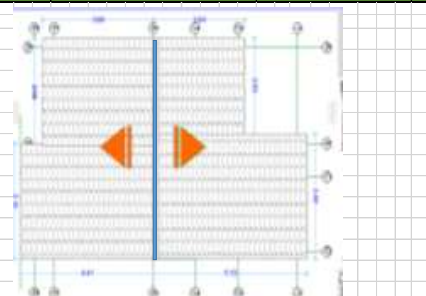
Fuente: Autor

Tabla 29. Cantidad cubierta

CAPÍTULO	CUBIERTA	ITEM	Suministro e instalación cubierta en teja fibrocemento No 10	UNID.	M2	UBICACIÓN	VIVIENDA			
				Localización	Dimensiones		Medida Total			
				LARGO	ANCHO					
					DESCUENTO	CANTIDAD				
					5,26	3,46	18,20			
					4,61	3,18	14,66			
					2,93	3,68	10,78			
					3,83	2,63	10,07			
OBSERVACION:				Subtotal			53,71			
				TOTAL VIVIENDAS			1,00			
				TOTAL			53,71			


Fuente: Autor

Tabla 30. Cantidad caballete

CAPITULO	CUBIERTA	ITEM	Suministro e instalación caballete ondulado asbesto cemento	UNID.	M2	UBICACIÓN	VIVIENDA			
				Localización	Dimensiones		Medida Total			
				LARGO	ANCHO					
					DESCUENTO	CANTIDAD				
					6,00			6,00		
								0,00		
								0,00		
								0,00		
OBSERVACION:				Subtotal			6,00			
				TOTAL VIVIENDAS			1,00			
				TOTAL			6,00			


Fuente: Autor

Tabla 31. Marco metálico

CAPÍTULO	Carpintería Metálica	ITEM	Suministro e instalación marco en lamina A-60 calibre 18 incluye anticorrosivo	UNID.	UND	UBICACIÓN	VIVIENDA			
				Localización	Dimensiones			Medida Total		
				LARGO	PESO/ML DESCUENTO	CANTIDAD				
				Puerta principal- puerta patio			2,00		2,00	
									0,00	
									0,00	
									0,00	
OBSERVACION:				Subtotal						2,00
				TOTAL VIVIENDAS						1,00
				TOTAL						2,00

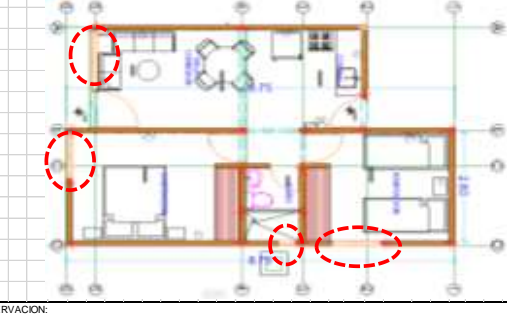
Fuente autor

Tabla 32. Cantidad puertas metálica

CAPÍTULO	Carpintería Metálica	ITEM	Suministro e instalación puerta en lamina calibre 18. Incluye anticorrosivo	UNID.	m2	UBICACIÓN	VIVIENDA		
				Localización	Dimensiones			Medida Total	
					ANCHO	ALTO	DESCUENTO	CANTIDAD	
					Puerta Principal	0,95	2,15		2,04
					PUERTA PATIO	0,85	2,15		1,83
									0,00
									0,00
OBSERVACION:									


Fuente: Autor

Tabla 33. Cantidad ventanas

CAPÍTULO	Carpintería Metálica	ITEM	Suministro e instalación ventana en lamina calibre 18 con vidrio. Incluye anticorrosivo	UNID.	m2	UBICACIÓN	VIVIENDA
	Localización	Dimensiones					Medida Total
	ALCOBA - FACHADA	ANCHO	ALTO	DESCUENTO	CANTIDAD		1,16
	SALA	1,16	1,00				1,60
	ALCOBA- POSTERIOR	1,10	1,00				1,10
	BAÑO	0,45	0,45				0,20
OBSERVACION:	Subtotal						4,06
	TOTAL VIVIENDAS						1,00
	TOTAL						4,06


Fuente: Autor

Tabla 34. Cantidad puertas en madera

CAPÍTULO	ITEM No previstos	ITEM	MARCO METÁLICO Y PUERTA MADERA PROTECTOR, TRIPLE 0.70 - 0.90 * 2.00 MTS INCLUIRE CERRADURA - BAÑO	UNID.	UND	UBICACIÓN	VIVIENDA			
				Localización	Dimensiones					
					ANCHO	LARGO	DESCUENTO	CANTIDAD		Medida Total
					Puerta - Baño				1.00	1.00
										0.00
										0.00
										0.00
	OBSERVACION:					Subtotal			1.00	
					TOTAL VIVIENDAS			1.00		
					TOTAL			1.00		


Fuente. Autor

Tabla 35. Cantidad enchape

CAPÍTULO	Carpintería Metálica	ITEM	Suministro e instalación de enchape en porcelana Olimpia 20x20 0 similar	UNID.	m2	UBICACIÓN	VIVIENDA			
				Localización	Dimensiones			Medida Total		
					ANCHO	LARGO	DESCUENTO	CANTIDAD		
					BAÑO - PISO	1,25	1,88			2,35
					PARED- DUCHA	2,85	2,15			6,13
										0,00
										0,00
OBSERVACION:				Subtotal					8,48	
				TOTAL VIVIENDAS					1,00	
				TOTAL					8,48	


Fuente: Autor

Tabla 36. Cantidad aparatos sanitarios

CAPÍTULO	Aparatos Sanitarios	ITEM	Suministro e instalación conbo pozos sanitarios, sanitario. Incluye Grifería e Instalaciones.	UNID.	UND	UBICACIÓN	VIVIENDA				
				Localización	Dimensiones			Medida Total			
				ANCHO	LARGO	DESCUENTO	CANTIDAD				
				BAÑO			1,00		1,00		
OBSERVACION:							Subtotal	1,00			
							TOTAL VIVIENDAS	1,00			
							TOTAL	1,00			

Fuente: Autor

Tabla 37. Cantidad ducha

CAPÍTULO	Aparatos Sanitarios	ITEM	Suministro e instalación ducha sencilla.	UNID.	UND	UBICACIÓN	VIVIENDA			
				Localización	Dimensiones			Medida Total		
				ANCHO	LARGO	DESCUENTO			CANTIDAD	
				BAÑO				1,00		1,00
										0,00
										0,00
										0,00
OBSERVACION:				Subtotal			1,00			
				TOTAL VIVIENDAS			1,00			
				TOTAL			1,00			

Fuente: Autor

Tabla 38. Cantidad lavaplatos

CAPÍTULO	MAMPOSTERIA	ITEM	suministro e instalacion lavaplatos	UNID.	M2	UBICACIÓN	VIVIENDA			
				Localización	Dimensiones		Medida Total			
				ANCHO	LARGO	DESCUENTO		CANTIDAD		
				cocina			1,00		1,00	
OBSERVACION:				Subtotal			1,00			
				TOTAL VIVIENDAS			1,00			
				TOTAL			1,00			

Fuente: Autor

4.1.4 PRESUPUESTO VIVIENDA EN MAMPOSTERÍA CONFINADA:

Para determinar el presupuesto se realizó mediante la modalidad de precio unitario, donde sus componentes principales son los costos directos de la actividad de obra y los costos indirectos relacionados con la ejecución de la obra. El costo directo de la actividad de la obra se determinó mediante el análisis de precios unitarios en la que se consten los siguiente es factores (ver tabla 39)

- Herramienta y equipo
- Materiales
- Transporte
- Mano de obra

Tabla 39. Formato análisis de precios unitarios

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO:					
FECHA:					
CAPITULO: PRELIMINARES					
ITEM: LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO OBRA ARQUITECTÓNICA					
UNIDAD:					
1. MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	V.UNIT.	V. TOTAL	
DURMIENTE ORD 4*4	ML	0,26	1.761	458	
PUNTILLA CON Y SIN CABEZA1	LB	0,02	3.077	62	
DESPERDICIO %					
			SUBTOTAL	519,44	
2. MANO DE OBRA					
TRABAJADOR	UN	PRESTACION	JORN.TOTAL	CANTIDAD	V. TOTAL
AUXILIAR DE OBRA 2 (B)	HH		7.595,09	0,14	1.063
COMISION TOPOGRAFICA	HH		44.380,14	0,015	666
OFICIAL DE OBRA 1 (A)	HH		13.041,42	0,14	1.826
			SUBTOTAL	3.554,81	
3. EQUIPO					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	V.UNIT.	V. TOTAL	
HERRAMIENTA Y EQUIPO MENOR (% M.O)	%	1,60%	3.555	57	
			SUBTOTAL	57	
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	PORCENTAJE			V. TOTAL	
			SUBTOTAL	0	
			PRECIO UNITARIO TOTAL	4.132	
Firma _____					

Fuente: Autor

Los costos directos se toman de las cantidades de obra extraídas de los planos y multiplicados por el precio unitario de cada actividad cuyo costo se determina por los precios de referencia establecidos por la gobernación de Boyacá mediante resolución 053 de 30 de noviembre de 2020³⁰.

Para los costos indirectos están relacionados con factores externos de la obra, pero los cuales son necesarios para la ejecución de obra, conformados por los siguientes:

Administración: gastos necesarios para el funcionamiento de la obra

³⁰ <https://www.boyaca.gov.co/secretariainfraestructurapublica/listado-oficial-de-precios-2020/>

Imprevistos: son determinados por la entidad contratante donde estima, clasifica y asigna los riesgos

Utilidades: ganancia proyectada por el contratista durante la ejecución del contrato

Para fines académicos se tomó el AIU 30% determinado por la entidad en el caso de estudio, en la tabla 40 se detalle el presupuesto

Tabla 40. Presupuesto vivienda en mampostería confinada

ID	EDT	Nombre de tarea	Unidad	Cantidad	V/unitario	V/ TOTAL
1	1	VIVIENDA				
2	1.1	PRELIMINARES				
3	1.1.1	localización Y replanteo	M2	42,62	\$ 4.829	\$ 205.812
4	1.2	CIMENTACIÓN Y DESAGÜES				\$ -
5	1.2.1	Excavación	M3	2,62	\$ 66.142	\$ 173.292
6	1.2.2	Concreto ciclópeo	M3	0,10	\$ 445.682	\$ 44.568
7	1.2.3	Concreta viga de Amarre 21,1 Mpa sección rectangular	M3	2,63	\$ 682.169	\$ 1.794.104
8	1.2.4	Suministro figurado y amarre de Acero de refuerzo 60000 PSI 420 Mpa vigas y columnas	KG	639,66	\$ 4.427	\$ 2.831.954
9	1.2.5	Caja de inspección 60x60x60 en ladrillo	UND	1,00	\$ 342.016	\$ 342.016
10	1.3	ESTRUCTURA				\$ -
11	1.3.1	Columnas en concreto 21 Mpa altura menor a 3 mts	M3	1,10	\$ 1.184.918	\$ 1.303.410
12	1.3.2	Suministro figurado y amarre de Acero de refuerzo 60000 PSI 420 Mpa vigas sobre muro	KG	207,87	\$ 4.427	\$ 920.299
13	1.3.3	Viga de amarre sobre muro 21 MPa 3000 PSI	M3	1,02	\$ 857.778	\$ 874.934
14	1.3.4	Placa tanque 21 MPa (3000 PSI) E=0.10 mts.	M2	0,91	\$ 252.952	\$ 230.187
15	1.4	MAMPOSTERIA				\$ -

16	1.4.1	Muro en bloque No.5 E=0.12 mts.	M2	70,00	\$ 36.971	\$ 2.587.988
17	1.4.2	Muro culatas en bloque No 5	M2	9,83	\$ 36.971	\$ 363.427
18	1.4.3	acero viga cinta v	KG	62,04	\$ 4.427	\$ 274.668
19	1.4.4	Viga cinta	M3	0,64	\$ 857.778	\$ 548.978
20	1.4.5	Mesones en Concreto A=0.60 17.5 Mpa (2500 PSI) incluye refuerzo.	M2	0,90	\$ 135.067	\$ 121.560
21	1.5	PAÑETES				\$ -
22	1.5.1	Pañete liso 1.4.	M2	12,30	\$ 20.188	\$ 248.309
23	1.6	INSTALACIONES HIDRAULICAS				\$ -
24	1.6.1	Punto agua fría PVC de 1/2" paral de techo.	UND	5,00	\$ 86.776	\$ 433.878
25	1.6.2	Suministro e instalación registro cortina roscado red -white de 1/2"	UND	1,00	\$ 40.704	\$ 40.704
26	1.6.3	Suministro e instalación de tanques elevado PVC 500 Lts incluye accesorios	UND	1,00	\$ 289.071	\$ 289.071
27	1.7	INSTALACIONES SANITARIAS				\$ -
28	1.7.1	Punto desagües 2"	UND	3,00	\$ 44.110	\$ 132.329
29	1.7.2	Punto desagües PVC 3" y 4"	UND	1,00	\$ 88.037	\$ 88.037
30	1.8	INSTALACIONES ELECTRICAS				\$ -
31	1.8.1	Salida lámpara toma PVC completa	UND	12,00	\$ 134.068	\$ 1.608.813
32	1.8.2	Suministro e instalación de Tablero parciales 4 circuitos.	UND	1,00	\$ 163.298	\$ 163.298
33	1.9	PISOS				\$ -
34	1.9.1	Base en Material de afirmado Compactado	M3	5,17	\$ 57.047	\$ 294.934
35	1.9.2	Placa base en concreto E=0.08 2500 PSI	M2	44,63	\$ 61.867	\$ 2.761.127
36	1.10	CUBIERTA				\$ -
37	1.10.1	Suministro e instalación perfileria metálica para estructura de cubierta, dimensiones y calibres según diseño	KG	122,36	\$ 10.829	\$ 1.325.017

38	1.10.2	Suministro e instalación cubierta en teja fibrocemento No 10	M2	53,61	\$ 52.209	\$ 2.798.950
39	1.10.3	Suministro e instalación caballete ondulado asbesto cemento	ML	5,69	\$ 48.187	\$ 274.182
40	1.11	CARPINTERIA METALICA				\$ -
41	1.11.1	Suministro e instalación marco en lamina A=0.90 calibre 18 incluye anticorrosivo	UND	2,00	\$ 142.509	\$ 285.019
42	1.11.2	Suministro e instalación puerta en lamina calibre 18. Incluye anticorrosivo	M2	3,84	\$ 224.637	\$ 862.607
43	1.11.3	Suministro e instalación ventana en lamina calibre 18 con vidrio. Incluye anticorrosivo	M2	4,06	\$ 221.233	\$ 898.207
44	1.12	CARPINTERIA MADERA				\$ -
45	1.12.1	marco metálico y puerta madera pino entabl. triplex 0.70 - 0.90 * 2.00 mts incluye cerradura - baño	UND	1,00	\$ 370.577	\$ 370.577
46	1.13	ENCHAPES				\$ -
47	1.13.1	Suministro e instalación de enchape en porcelana Olimpia 20x20 0 similar	M2	8,48	\$ 52.392	\$ 444.286
48	1.14	APARATOS SANITARIOS				\$ -
49	1.14.1	Suministro e instalación ducha sencilla.	UND	1,00	\$ 6.244	\$ 6.244
50	1.14.2	Suministro e instalación combo acuacer lavamanos, sanitario. Incluye Grifería e incrustaciones.	UND	1,00	\$ 325.482	\$ 325.482
51	1.14.3	lavaplatos	UND	1,00	\$ 325.000	\$ 325.000
52	1.15	VIDRIOS Y CERRADURAS				\$ -
53	1.15.1	cerradura entrada doble cilindro	UND	1,00	\$ 109.515	\$ 109.515
54	1.16	aseo	GL	1,00	\$ 100.000	\$ 100.000
TOTAL, COSTOS DIRECTOS						\$ 26.802.781
A.I. U						\$ 8.040.834
VALOR TOTAL						\$ 34.843.616

Fuente. Autor

4.1.5 Elaboración de cronograma vivienda en mampostería confinada

En esta etapa se plasmaron las fases del sistema constructivo de forma secuencial acorde a las duraciones, el modelado de la programación se realizó en el programa roject.

Se determino el valor de cada una de las actividades, al multiplicar el valor unitario por la cantidad. De otra parte, se calculó la duración en días de cada actividad, este valor se obtuvo al multiplicar las cantidades por el rendimiento de cuadrilla en este caso se tomó como referencia el análisis de preciso unitario realizado por la gobernación de Boyacá según resolución 053 de 2020. Como resultado se obtiene una duración en horas por actividad, para obtener la duración en días se divide en ocho horas; se escoge este valor debido a que la jornada laboral en Colombia es de ocho (8) horas por día

En la tabla 41 se muestra el cálculo realizado para obtener las duraciones de cada actividad

Tabla 41. Rendimientos por cuadrilla mampostería confinada

DESCRIPCIÓN	UN	CANTIDAD TOTAL	CUADRILLA	RENDIMIENTO		No. CUADRILLAS	DURACIÓN DÍAS
				HORA	DÍA		
PRELIMINARES							
Localización y replanteo obra arquitectónica.	M2	46,62	COMISION TOPOGRAFICA, AYUDANTE ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	7,14	57,14	1	1
CIMENTACIONES Y DESAGUES							
excavación manual	M3	2,62	AYUDANTE ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	5,00	40,00	1	1
Concreto ciclópeo	M3	0,10	AYUDANTE ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	0,38	3,08	2	1
Concreta viga de Amarre 21,1 Mpa sección rectangular	M3	2,63	AYUDANTE ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	0,17	1,36	2	1
Suministro figurado y amarre de Acero de refuerzo 60000 PSI 420 Mpa	KG	909,00	2 AYUDANTES ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	33,33	266,67	2	2
Caja de inspección 60x60x60 en ladrillo	UN	1,00	AYUDANTE ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	0,29	2,29	3	1
ESTRUCTURA							
Columnas en concreto 21 Mpa (3000 PSI), altura menor a 3 mts	M3	1,10	AYUDANTE ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	0,10	0,78	1	2
Viga de amarre sobre muro 21 MPa 3000 PSI	M3	1,66	AYUDANTE ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	0,08	0,67	2	2
Placa maciza 21 MPa (3000 PSI) E=0.10 mts.	M3	0,91	AYUDANTE ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	0,45	3,64	1	1
MAMPOSTERIA					0,00		

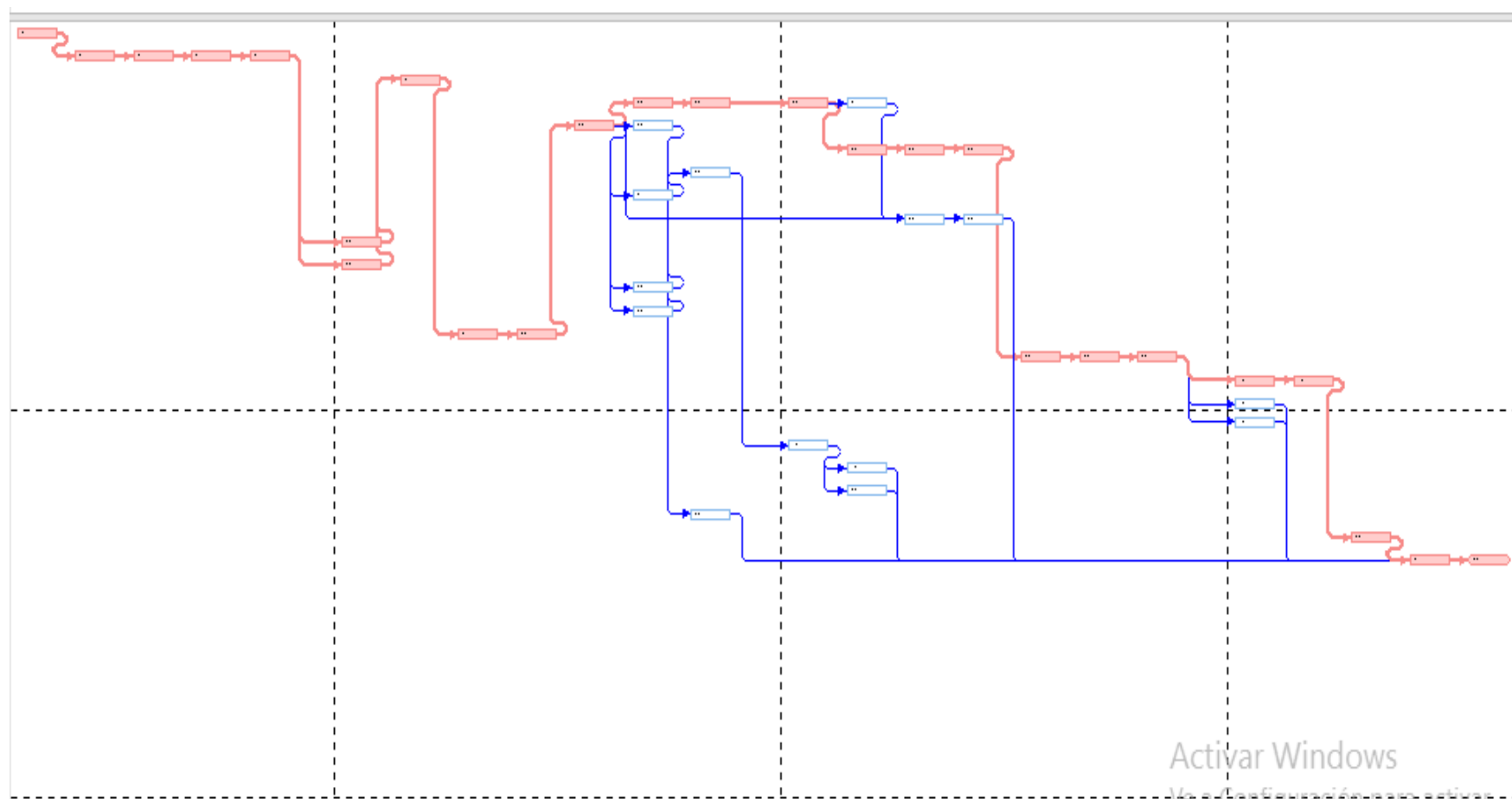
Muro en bloque No.5 E=0.12 mts.	M2	84,00	2 AYUDANTES ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	1,96	15,69	2	3
Mesones en Concreto A=0.60 17.5 Mpa (2500 PSI) incluye refuerzo.	M2	0,90	AYUDANTE ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	0,46	3,69	1	1
PAÑETES							
Pañete liso 1.4.	M2	12,30	2 AYUDANTES ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	2,17	17,39	2	1
INSTALACIONES HIDRAULICAS							
Punto agua fría PVC de 1/2" paral de techo.	UN D	5,00	AUXILIAR DE INSTALACIONES 1- OFICIAL INSTALACIONES (B)	0,667	5,33	1	1
Suministro e instalación registro cortina roscado red - white de 1/2"	UN D	1,00	AUXILIAR DE INSTALACIONES 1- OFICIAL INSTALACIONES (B)	3,33	26,67	1	1
Suministro e instalación de tanques elevado PVC 500 Lts incluye accesorios	UN D	1,00	AUXILIAR DE INSTALACIONES 1- OFICIAL INSTALACIONES (B)	0,50	4,00	4	1
INSTALACIONES SANIATARIAS							
Punto desagües 2"	UN D	3,00	AUXILIAR DE INSTALACIONES 1- OFICIAL INSTALACIONES (B)	2,50	20,00	3	1
Punto desagües PVC 3" y 4"	UN D	1,00	AUXILIAR DE INSTALACIONES 1- OFICIAL INSTALACIONES (B)	2,50	20,00	3	1
INSTALACIONES ELÉCTRICAS							
Salida lámpara toma PVC completa	UN D	12,00	AUXILIAR DE INSTALACIONES 1- OFICIAL INSTALACIONES (B)	0,29	2,29	2	3
Suministro e instalación de Tablero parciales 4 circuitos.	UN D	1,00	AUXILIAR DE INSTALACIONES 1- OFICIAL INSTALACIONES (B)	0,33	2,67	2	1
PISOS							
Base en Material de afirmado Compactado	M3	5,17	AYUDANTE ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	1,18	9,41	2	1
Placa base en concreto E=0.08 2500 PSI	M3	44,63	AYUDANTE ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	1,25	10,00	3	2
CUBIERTA							
Suministro e instalación perfilieria metálica para estructura de cubierta, dimensiones y calibres según diseño	KG	122,36	AYUDANTE ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	16,67	133,33	8	1

Suministro e instalación cubierta en teja fibrocemento No 10	M2	53,61	AYUDANTE ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	1,33	10,67	3	2
Suministro e instalación caballete ondulado asbesto cemento	ML	5,69	AYUDANTE ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	1,85	14,81	1	1
CARPINTERIA METALICA							
Suministro e instalación marco en lamina A=0.90 calibre 18 incluye anticorrosivo	UN D	1,00	AYUDANTE ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	2,00	16,00	1	1
Suministro e instalación puerta en lamina calibre 18. Incluye anticorrosivo	M2	3,84	AYUDANTE ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	1,00	8,00	1	1
Suministro e instalación ventana en lamina calibre 18 con vidrio. Incluye anticorrosivo	M2	4,06	AYUDANTE ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	1,00	8,00	1	1
CARPINTERIA MADERA							
marco metálico y puerta madera pino entabl. triplex 0.70 - 0.90 * 2.00 mts incluye cerradura - baño	UN D	1,00	AYUDANTE ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	4,00	32,00	1	1
ENCHAPES							
Suministro e instalación de enchape en porcelana Olimpia 20x20 0 similar	M2	8,48	AYUDANTE ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	1,37	10,96	1	1
APARATOS SANITARIOS-COCINA							
Suministro e instalación ducha sencilla.	UN D	1,00	AUXILIAR DE INSTALACIONES 1- OFICIAL INSTALACIONES (B)	3,33	26,67	1	1
Suministro e instalación combo acuacer lavamanos, sanitario. Incluye Grifería e incrustaciones.	UN D	1,00	AUXILIAR DE INSTALACIONES 1- OFICIAL INSTALACIONES (B)	0,63	5,00	1	1
lavaplatos	UN D	1,00	AUXILIAR DE INSTALACIONES 1- OFICIAL INSTALACIONES (2,00	16,00	1	1
VIDRIOS Y CERRADURAS							
cerradura entrada doble cilindro	UN D	1,00	AYUDANTE ALBAÑILERIA, OFICIAL ALBAÑILERIA	1,33	10,67	1	1

Fuente: Autor

Una vez obtenidos los datos de costo, duraciones de cada actividad la información se ingresó en el programa proyect, realizando una configuración previa como jornada laboral de ocho (8) horas, horas por semana de 48 horas y se tomó los días domingos como no laborables, no se realizó ninguna excepción en días por festivos para no alterar el tiempo estimado de la obra. Posteriormente se realizó la secuencia de las actividades según la cronología del sistema constructivo entre actividades predecesoras y sucesoras para de esta manera determinar el tiempo estimado

Ilustración 11. Diagrama De Red Programación Mampostería Confinada



4.2 EVALUACIÓN TÉCNICA MAMPOSTERÍA EN SUELO CEMENTO.

4.2.1 Los Ladrillos Realizados En Suelo Cemento

Una de las primeras materias primas en el desarrollo de la construcción fue la tierra para la fabricación de adobes, tapia pisada, muchas de las construcciones que se mantiene aún en los centros históricos de las ciudades fueron construidas en tierra. Con la inclusión de nuevos materiales en Colombia como el acero, el concreto y los ladrillos en arcilla cocidos, elaborados en hornos que consumen un gran porcentaje de minerales como el carbón, causan un gran impacto al medio ambiente por la emisión de dióxido de carbono CO₂, de esta manera se dejó de lado la arquitectura vernáculos construida en materiales como el adobe y la tapia pisada

Con el fin de minimizar los impactos dejados por los materiales tradicionales en su línea de producción, se han rescatado las técnicas de construcción en tierra. Unos de los aportes más importantes se dieron Con la invención de la maquina CIMVA RAM por el ingeniero Raúl Ramírez para CINVA-Centro Interamericano de Vivienda. Se dio solución a proyectos desarrollados en el sistema de autoconstrucción en varias partes del mundo.

Dentro de la literatura encontrada se han evidenciado varias investigaciones realizadas por universidades, para mejor el comportamiento mecánico y físico de los ladrillos en suelo cemento con la incorporación de estabilizantes como cemento y cal obteniéndose resultados favorables para la implementación de vivienda,

La invención de la cimva -RAM dio lugar a que se desarrollaran máquinas de forma mecánica aumentando la producción de este material. En países como Brasil la empresa **eco máquinas** desde 1997 ha fabricado máquinas hidráulicas para la elaboración de materiales ecológicos como el BTC, en Colombia también se ha mejorado las características de la CIMA RAM. De forma automatizada.

Para la elaboración de los ladrillos en suelos cemento se necesitan unas características de la tierra en cuanto a limos, arcillas y arenas para tener buen comportamiento las compresiones debidas que los muros trabajan como muros de carga y divisorias.

Como se ha mencionado en la norma sismo resistente NSR 2010 no se incluye ningún reglamento para la arquitectura en tierra, los procesos de diseños de toda

edificación están amparada por la norma sismo resistente NSR 2010, no incluyéndose en ninguno capítulo las construcciones realizadas en tierra.

En algunos países del mundo se han implementado normas para la elaboración de materiales en tierra (ver tabla 42) en el caso de Colombia La norma NTC 5324 “bloques de suelo cemento para muros y divisiones” se establece los lineamientos para la elaboración de estos materiales

Para efectos del análisis se extraen unos apartados de la norma para mirar las principales características que debe tener el material para ser apto para una construcción en la tabla 43.

Tabla 42. Normas con construcción con tierra en el

País	Norma/Reglamento	ORG	REF	EST	Adobe	BTC	Tapial	Notas
Brasil	NBR 8491, 1986.	ABNT	7	X		X		BTC estabilizado con cemento especifica, métodos de ensayo.
	NBR 8492, 1986.		8					
	NBR 10832, 1989		9					
	NBR 10833, 1989		10					Especificaciones y métodos de ensayo de bloques de suelo- cemento
	NBR 10834, 1994.		11					
	NBR 10835, 1994		12					
	NBR 10836, 1994		13					Métodos de ensayo para suelo-cemento
	NBR 12023, 1992		14					
	NBR 12024, 1992		15					
	NBR 12025, 1990		16					
	NBR 13554, 1996		17					
	NBR 13555,1996		18					
	NBR 13553, 1996		19					
Colombia	NTC 5324,2004	ICONTEC	20	X		X		Estabilizado con cemento
EEUU	NMAC, 14.7.4, 2004	CID	21		X	X	X	Reglam. Estatal de Nuevo México.
	ASTM E2392 M-10	ASTM	22		X		X	
España	UNE 41410:2008	AENOR	23			X		Primera norma Europea
Francia	XP P13-901,2001	AFNOR	24			X		Norma experimental
India	IS 2110 : 1980	BIS	25	X			X	Paredes de suelo-cemento
	IS 1725 : 1982.	BIS	26	X		X		
	IS 13827 : 1993	BIS	27		X		X	Directrices resistencia a terremotos
Italia	Ley nº 378, 2004		28		X	X	X	Leyes para la conservación del patrimonio de tierra
	L.R. 2/06 2 2006		29					
Kenya	KS 02-1070: 1999.	KEBS	30	X		X		
Nigeria	NIS 369:1997.	SON	31	X		X		
Nueva Zelanda	NZS 4297, 1998.	SNZ	32		X	X	X	
	NZS 4298, 1998.		33					
	NZS 4299, 1999.		34					

Perú	NTE E 0.80, 2000	SENCICO	35		x		
	NTP 331.201, 1979	INDECOP I	36				
	NTP 331.202, 1979		37	x	x		
	NTP 331.203, 1979		38				
Regional África	ARS 670, 1996	ARSO	39				
	ARS 671, 1996		40				
	ARS 672, 1996		41				
	ARS 673, 1996		42				
	ARS 674, 1996		43				
	ARS 675, 1996		44				
	ARS 676, 1996		45				
	ARS 677, 1996		46		x		
	ARS 678, 1996		47				
	ARS 679, 1996		48				
	ARS 680, 1996		49				
	ARS 681, 1996		50				
	ARS 682, 1996		51				
	ARS 683, 1996		52				
Sri Lanka	SLS 1382-1:2009	SLSI	53	x		x	Bloques de suelo comprimido
	SLS 1382-2:2009		54				estabilizados
	SLS 1382-3:2009		55				
Túnez	NT 21.33:1996	INNORPI	56				En francés
	NT 21.35:1996		57			x	En francés
Turquía	TS 537, 1985	TSE	58	x			En turco
	TS 2514, 1985		59		x		
	TS 2515, 1985		60				
Zimbabue	SAZS 724, 2001	SAZ	61				x

Abreviaturas: ORG (Organismo); REF (Referencia, ver en bibliografía el número); EST (Estabilización, si solo contempla el uso de tierra estabilizada)

Fuente: Normativas De Construcción Con Tierra En El Mundo

Tabla 43 características de los ladrillos en suelo cemento

Deficion según la norma NTC 5324	Según la norma ntc 5324 define los bloque en suelo cemento (BSC) los que tienen una forma paralelepípeda los cuales son estabilizados con cemento para obtener las característics según la norma, estos son sometidos a compresion de forma estatica y dinamica del suelo en un estado humedo, realizando un desmolde de inmediato.
	<ul style="list-style-type: none"> • Categoría O bloques al estar cubiertos por una proteccion cialquiera • Categoría P: bloques a quedar expuestos • Categoría S : bloques destiandos a ser utilizados

Categorias bloques suelo cemento	<p>en medio seco teneindo una resistencia despreciable en compresion humeda.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Categoria H bloques destinados hacer utilizados en medio humedo que alcanzan un valor de resistencia mecanica humeda al menos algunas de las clases de resistencia definidas por la norma. • Categoria A: bloques resistentes al ser expuestos a riesgos de abrasion resultantes de la actividad humana, alcanzan una resitencia a la abrasion según las establecias por la norma.
	<ul style="list-style-type: none"> • Bloques correintes : se utilizan para las zonas llenas de los muros o divisiones, pueden ser suministrado completo o medios.estos bloque no tiene perforaciones sus dimenciones mas comunes son 14cm*9.5cm*29.5 cm y 22cm*9.5*cm*22cm
Resistencia	<ul style="list-style-type: none"> • Según su resistencia mecanica minima a la compresion seca lleva ala seccion bruta y expresada en Mpa, los bloques estan clasificados en una de las clases de resistencia definidas en el numeral 3.4.1 NTC 5324 • BSC 20 • BSC40 • BSC 60
Capilaridad	<p>Estos se calsfican según el numeral 3.3.2 NTC 5324</p> <ul style="list-style-type: none"> • bloques debilmente capilares • bloques poca capilares
Caracteriscticas del material	<p>El suelo destinado a la construccion BSC esta compuesto, por gravilla,arenas, limos y arcillas. Las caractericas del suelo se definen por : la granulometria, la plasticidad y la naturaleza.</p>

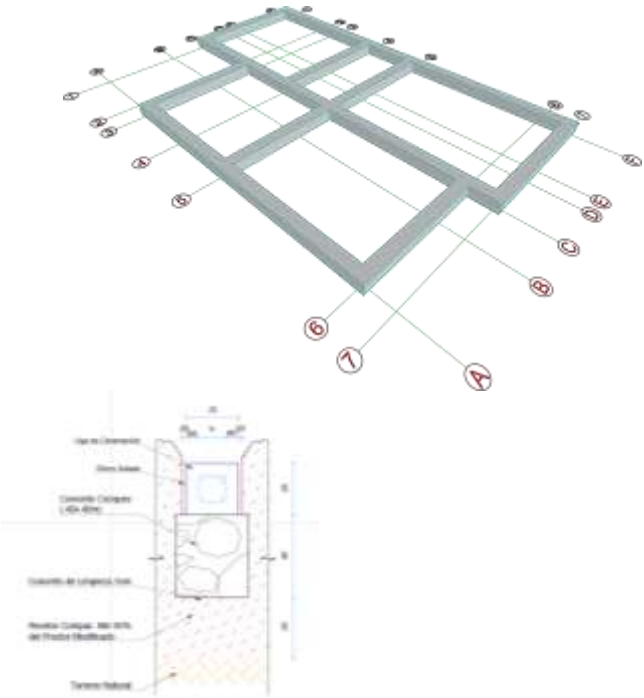
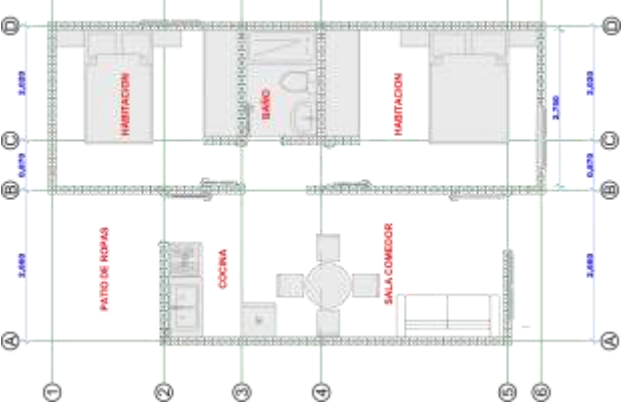
Fuente Autor.

4.2.1.1 Sistema constructivo

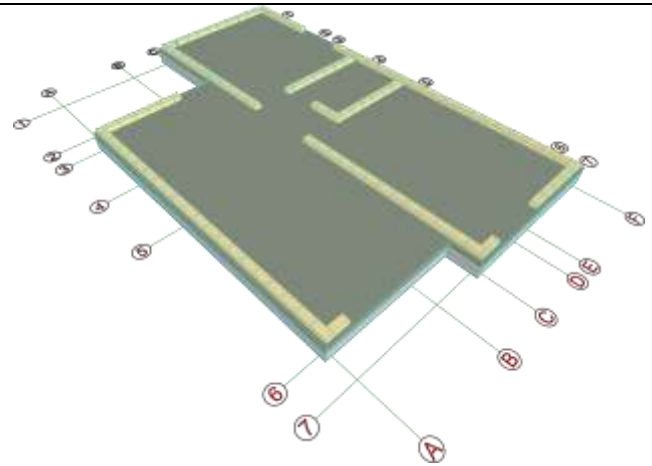
Para fines académicos se tomó como referencia el proyecto desarrollado en el Municipio de Vegachí departamento de Antioquia. En el año 2007 con la cofinanciación del gobierno y los entes departamentales.

El sistema constructivo se desarrolló en mampostería estructural BTC el dimensionamiento de la cimentación se mantiene igual a la del caso de estudio del municipio de Cerinza. viga de amarre en concreto de 3000 pis de 25x25 con refuerzo en varilla de $\frac{1}{2}$ " y flejes en varilla de $\frac{3}{8}$ ", en este sistema se suprimen las columnas de confinamiento, remplazas con un refuerzo verticales en las celdas de los ladrillos con concreto y varillas de $\frac{3}{8}$ " cada 1.40 mts e intercepción de los muros se realiza el refuerzo, para el refuerzo de la viga sobre muro se mantiene las mismas características en la mampostería confinada refuerzo en varillas de $\frac{3}{8}$ " , se mantiene el mismo diseño de la cubierta y de su estructura , en el siguiente cuadro se describe el proceso constructivo

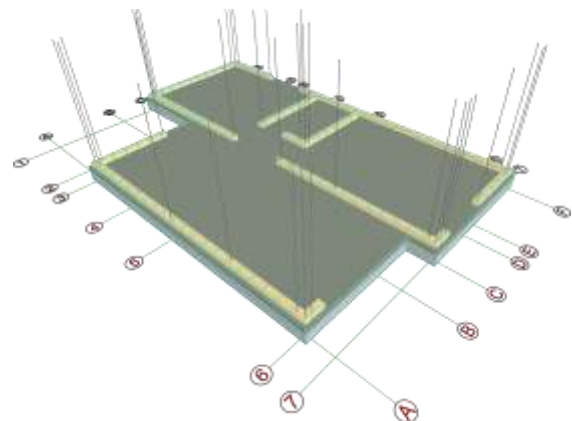
Tabla 44. Proceso constructivo mampostería suelo cemento

<p>Cimentación en concreto ciclópeo y viga de amarre en concreto de 3000psi 25x25 cm</p>	 <p>El diagrama superior muestra una vista isométrica de la estructura de cimentación, con ejes numerados del 1 al 8 y letras A, B, C, D. El diagrama inferior es una sección transversal detallada de la viga de amarre, etiquetada como 'Viga de Amarre'. Muestra la colocación de losas de concreto (Losa 40cm), la capa de compactación (Losa 40cm), la capa de compactación (Losa 40cm), la capa de compactación (Losa 40cm) y la capa de compactación (Losa 40cm). También indica la presencia de 'Revoque Exterior: 100 mm de Pluma Reducida' y 'Terreno Natural'.</p>
<p>Modulación según plano arquitectónico, se realiza la presentación del ladrillo incluidas las zonas de puertas sin ningún tipo de mezcla</p> <p>Se realiza el anclaje de los refuerzos a una profundidad de 10 cm, separados entre celdas a 1.45 mts para el confinamiento de las celdas, con concreto fluido</p>	 <p>El plano arquitectónico muestra la distribución de las habitaciones y áreas comunes. Las habitaciones están etiquetadas como 'HABITACION' y 'BAÑO'. Las áreas comunes incluyen 'PATIO DE SERVICIOS', 'COCINA' y 'SALA COMEDOR'. El plano incluye dimensiones en metros (m) y una escala de 1:50. Las dimensiones horizontales son 5.00m, 3.15m, 3.00m, 3.15m, 3.00m y 3.00m. Las dimensiones verticales son 3.00m, 3.00m, 3.00m y 3.00m.</p>

Modulación del ladrillo BTC




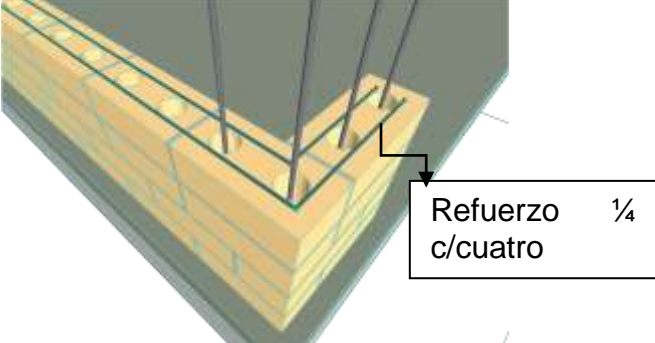
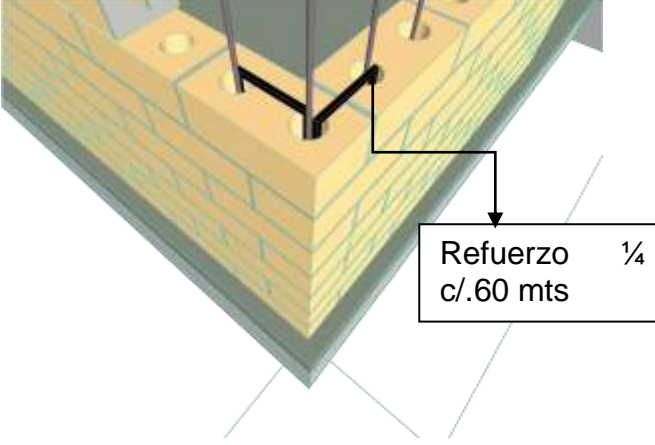
Anclaje de varillas de 3/8"

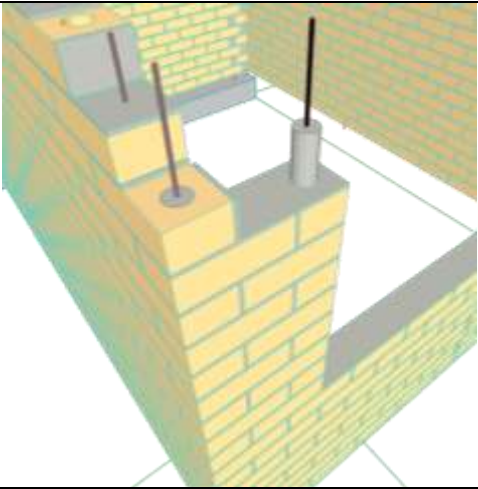
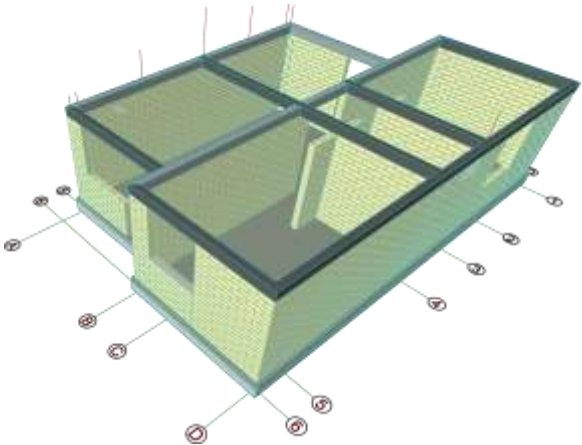
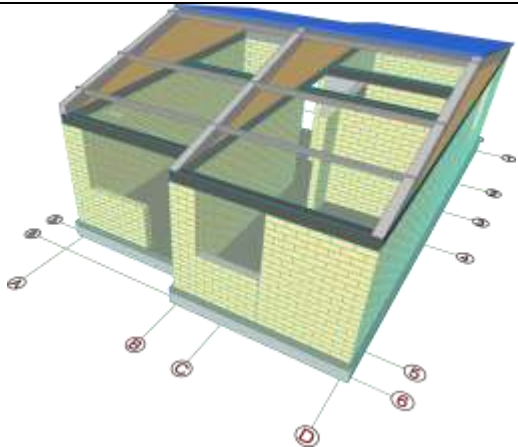


se levanta los muros según modulación realizada, la primera hilada se pega con mortero en dosificación 1:4, las restantes hiladas en motero en suelo cementó en proporción de 9:1



Fuente <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/>

<p>En los ductos del ladrillo se realiza la instalación de tuberías eléctricas e hidráulicas, quedando embebidas dentro del muro</p>	 <p>Fuente https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/</p>
<p>Se instalan refuerzo horizontal en varilla de acero $\frac{1}{4}$ cada 4 hiladas</p>	 <p>Refuerzo $\frac{1}{4}$ c/cuatro</p>
<p>Se instala Refuerzo vertical en varilla de acero $\frac{1}{4}$ cada 60 cts.</p>	 <p>Refuerzo $\frac{1}{4}$ c/.60 mts</p>

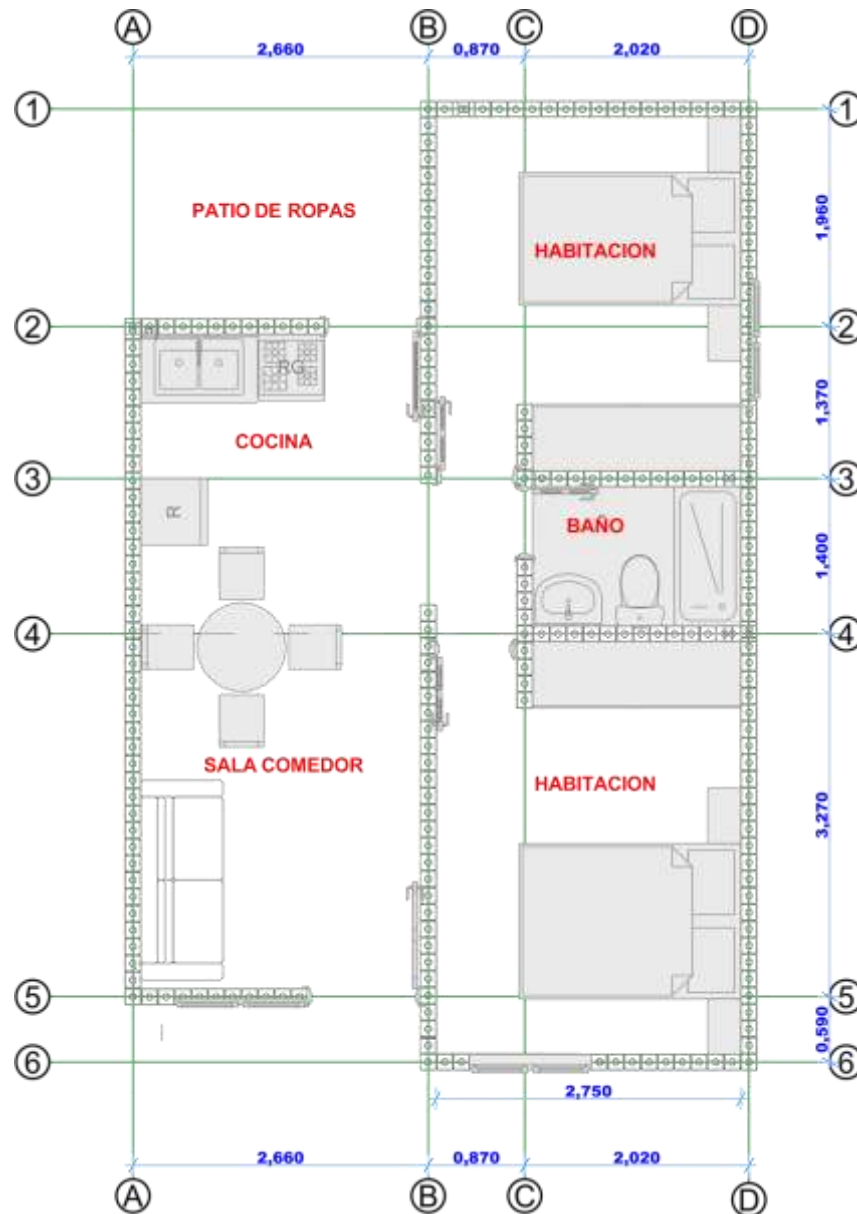
<p>Instalación de concreto fluido en las celdas de los ladrillos</p>	
<p>Fundición concreto vigas de amarre sobre muro</p>	
<p>Instalación de estructura de cubierta y cubierta en teja de Eternit</p>	

Fuente: Autor

4.2.2 Diseños Mampostería Suelo Cemento

En el diseño arquitectónico se mantiene el mismo componente espacial planteando en el caso de estudio del municipio de Cerinza. En el programa Revit se realizó la modulación de los muros según datos del fabricante del ladrillo.(.29x.10*.14)

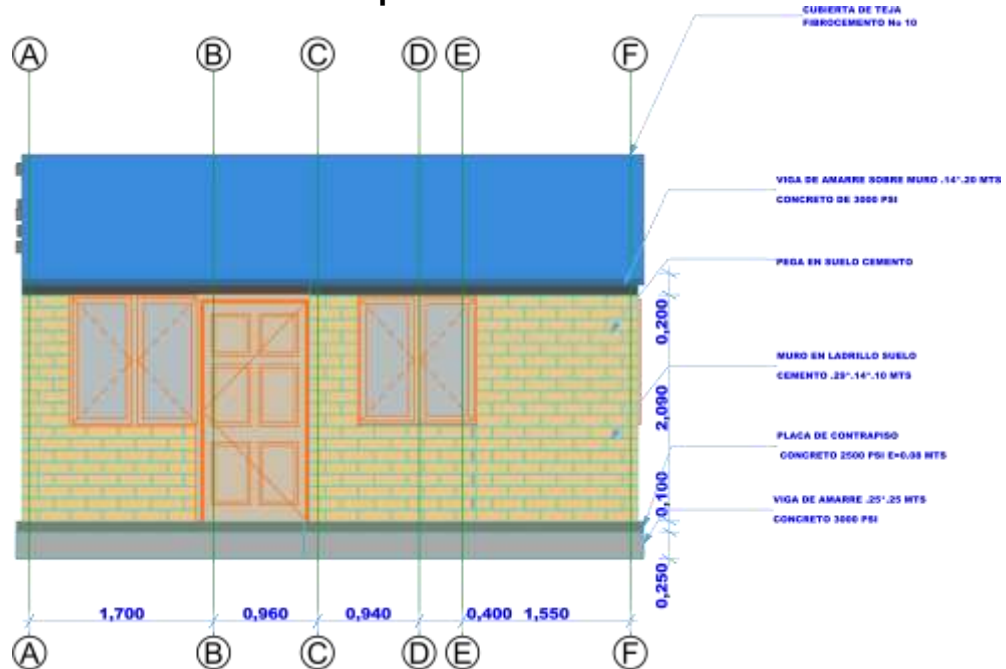
Ilustración 12. Modulación planta arquitectónica en ladrillo



Fuente: Autor

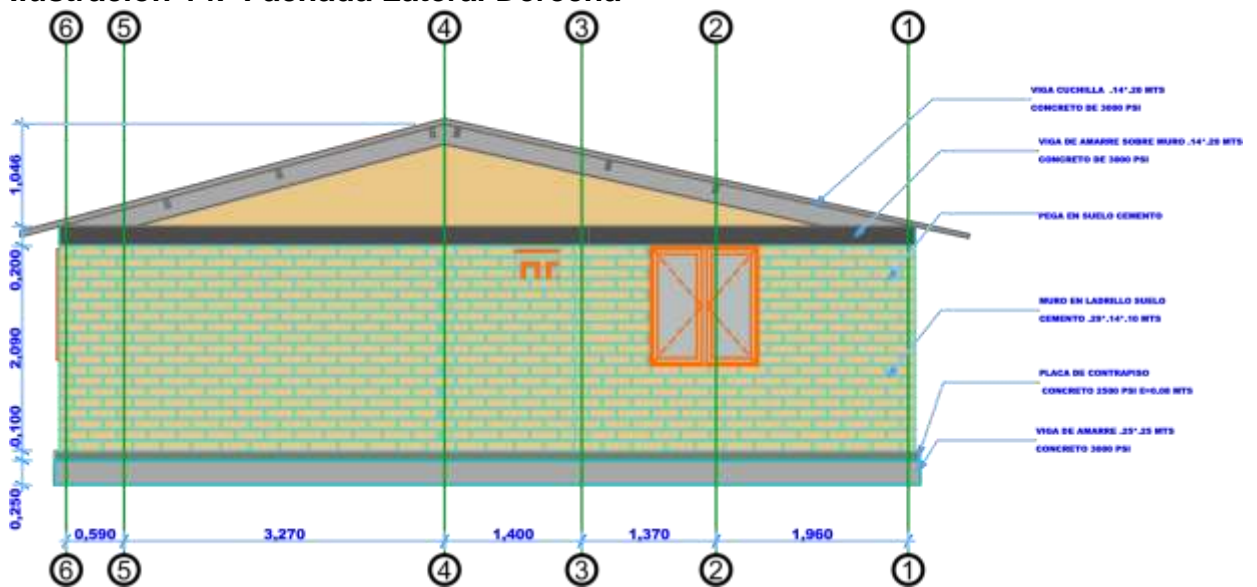
La modulación se realizó con ladrillos completos y medio para tener una traba del material al instalarlo

Ilustración 13. Fachada Principal



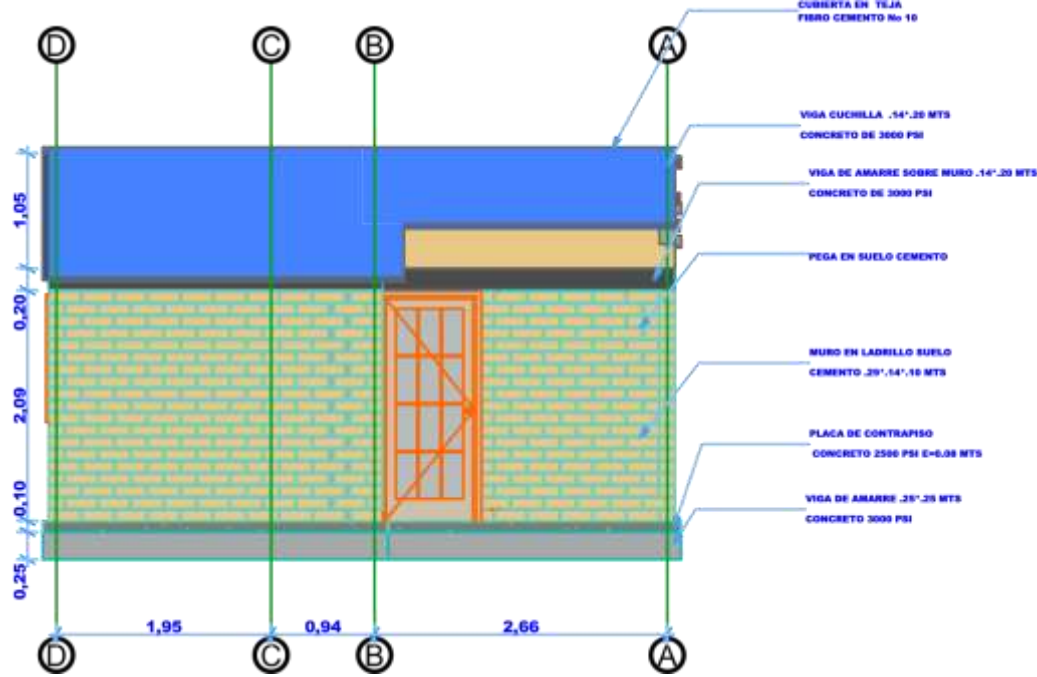
Fuente: Autor

Ilustración 14. Fachada Lateral Derecha



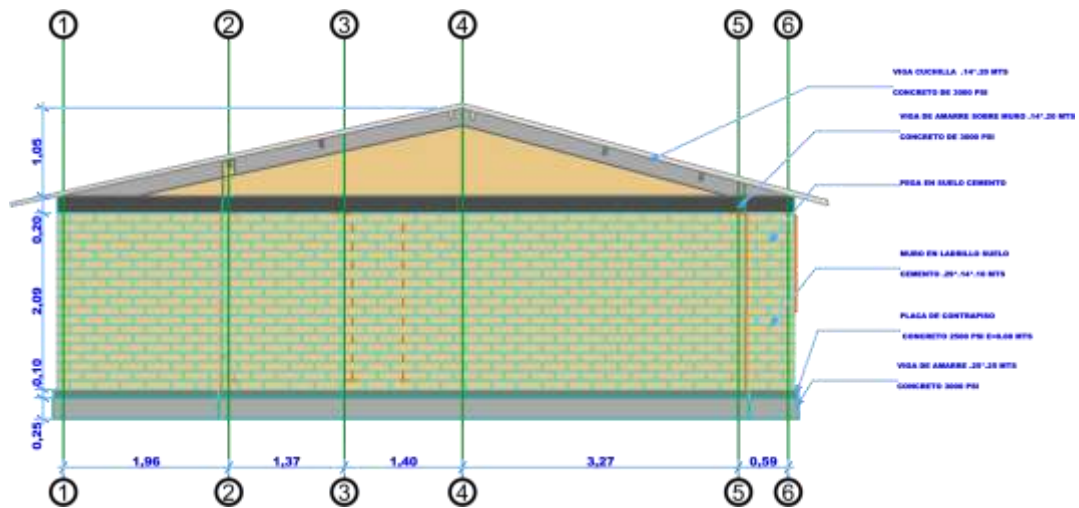
Fuente: Autor

Ilustración 15. Fachada Posterior



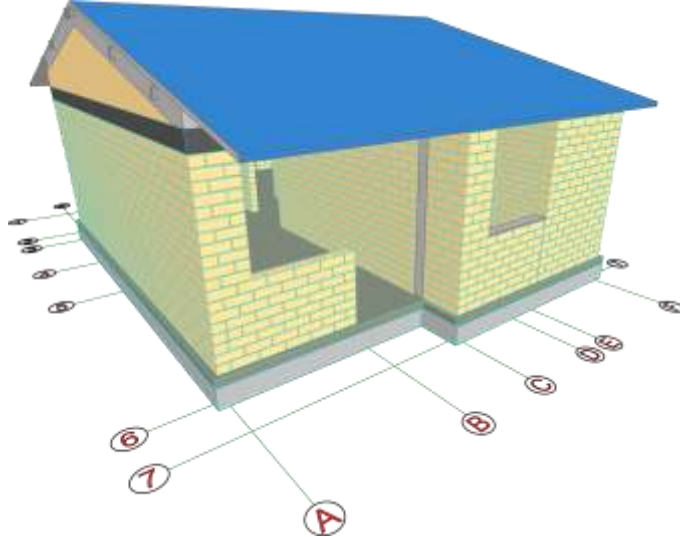
Fuente: Autor

Ilustración 16. Fachada Lateral Izquierda



Fuente: Autor

Ilustración 17. Perspectiva Vivienda



Fuente: Autor

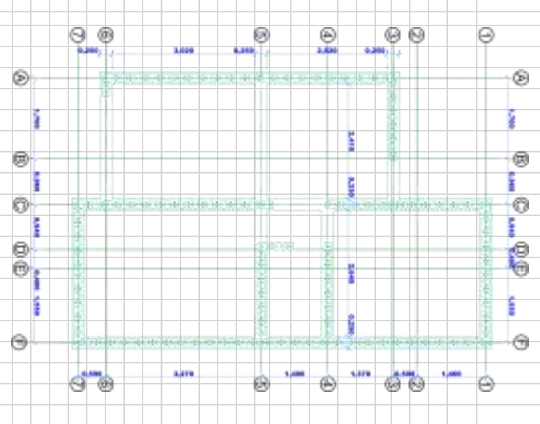
Los diseños hidráulicos eléctricos se mantienen iguales a los de la confinada, pero en el sistema constructivo de suelo cemento quedan embebidas en la mampostería, el diseño estructural de la cimentación se mantiene igual al de la confinada, del caso estudio los refuerzos de los muros se instalan cada 1.40 cm entre celdas con varillas de 3/8 con concreto fluido y refuerzo horizontal cada 4 en hiladas en varilla de 1/4, el diseño de las vigas sobre muro y estructura de la cubierta es igual a la confinada

4.2.3 Cantidades De Obra

La cuantificación de materiales se realizó con el mismo método descrito en el numeral 4.1.3 de la mampostería confinada, como se describió en el sistema constructivo y en los diseños en suelo cemento los ítems que se modifican son los de mampostería, columnas de confinamiento. por ende, los demás ítem se mantienen iguales a los de la confinada.

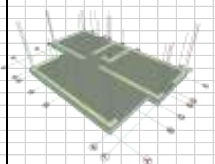
Las memorias de cantidades de obra que se realizaron fueron las de mampostería y aceros como se especifica en las tablas descritas a continuación

Tabla 45. Cantidades de Mampostería en Suelo Cemento

CAPÍTULO	PRELIMINARES	ITEM	Muro en ladrillo suelo cemento 29",10",14	UNID.	M2	UBICACIÓN	VIVIENDA	
			Localización	Dimensiones		CANTIDAD	Medida Total	
			LARGO	ALTO	DESCUENTO			
			EJE A	6,18	2,09		1,00	12,92
			EJE C	8,73	2,09	2,11	1,00	16,13
			EJE D	2,74	2,09	1,36	1,00	4,37
			EJE F	8,79	2,09	1,48	1,00	16,89
			EJE 1	2,75	2,09		1,00	5,75
			EJE 2	1,65	2,09		1,00	3,45
			EJE 3	1,88	2,09		1,00	3,93
			EJE 4	1,88	2,09		1,00	3,93
			EJE 5	2,52	2,09	3,60	1,00	1,67
			EJE 6	2,75	2,09	1,30	1,00	4,450
			CULATA A	2,78				2,78
			CULATA C/F	2,94				5,88
OBSERVACION:			Subtotal			82		
			TOTAL VIVIENDAS			1,00		
			TOTAL			82,15		

Fuente: Autor

Tabla 46. Cantidad de acero Mampostería Suelo Cemento

CAPITULO		CIMENTACION Y DESAGUES		ITEM		diagrama figurado y detalle de acero de refuerzo concreto y acero de acero		UNID.	kg	UBICACION		manzana A,B,C		
GRAFICO				LOCALIZACION	CANTIDAD	LONGITUD	3/8	5/8	1/2	SUBTOTAL		Nº DE ELEMENTOS	TOTAL	
	vg C-F	4	3,75	0,56	5,56	x			15			2	30,00	
		4	6			x				24		2	48,00	
		4	6,5							26				
	VG-A					x						1	26,00	
	VG-1-4-7	4	3,4						x	13,6			3	40,80
	VG-3-6	4	3,15				x			12,6			2	25,20
	VS	4	6				x			24			1	24,00
	FLEJES	267	0,84	x						125,5968			1	125,60
	VIGA F	4	3,5	x						7,84			1	7,84
		4	6	x						13,44			1	13,44
	EJE 7	4	3,2	x						7,168			1	7,17
	VIG 3-6	4	3	x						6,72			2	13,44
	eje 5	4	5,9	x						13,216			1	13,22
	eje 1-4	4	3,2	x						7,168			2	14,34
		4	6,4	x						14,336			1	14,34
	eje a													
	eje c	4	3,5	x						7,84			1	7,84
		4	6	x						13,44			1	
														13,44
										</				

Fuente: Autor

4.2.4 Presupuesto Vivienda en Suelo Cemento

Para el realizar el presupuesto bajo este sistema se utilizó el método descrito en el numeral 4.1.4 de mampostería confinada. Para el ítem de ladrillo suelo cemento En los precios de la gobernación resolución 030 de 2020 tomados como referencia para los precios no se contempla este ítem por ende se realizó un estudio de mercado de las empresas que ofrecen este producto:

Tabla 47. Fábricas de ladrillo

NOMBRE DE LA FABRICA	PRODUCTOS QUE OFRECE	CIUDAD
Ladrillera Bata Ltda.	Fabricación de materiales de arcilla cocida para la construcción	Sogamoso
Ladrillera Cacique Gsol S A S	Fabricación de materiales de arcilla cocida para la construcción	Sogamoso
Ladrillera Ipante S A S	Fabricación de materiales de arcilla cocida para la construcción	Sogamoso
Ladrillera El Subterránea S A S	Fabricación de materiales de arcilla cocida para la construcción	Sogamoso
Centro Industrial Cooperativo De Trabajo Asociado De Alfareros De Sogamoso	Fabricación de materiales de arcilla cocida para la construcción	Sogamoso
inversiones ladrillos Maguncia s a s	Fabricación de materiales de arcilla cocida para la construcción	Sotaquira
Ladrillos El Zipa S A S	Fabricación de materiales de arcilla cocida para la construcción	Paipa

Fuente: Autor

De las empresas consultadas por medio de llamada telefónica ninguna produce el ladrillo en suelo cementó BTC, solo ofertan materiales en arcilla cocida

Del estudio de mercado realizado en la región se evidencio que la única entidad que produce el ladrillo suelo cemento es la fundación escuela taller de la gobernación de Boyacá, la cual se dedica a difundir las técnicas vernáculas. De construcción.

El ladrillo producido por la escuela taller tiene las siguientes medidas

Ilustración 18. Medidas ladrillos suelo cemento

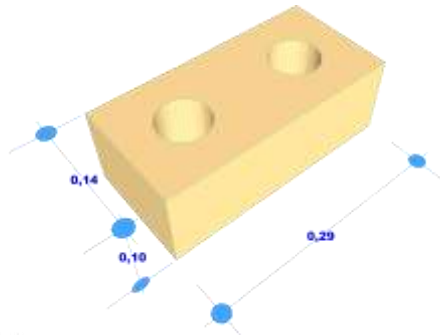


Ilustración 19 ladrillo elaborado escuela taller



Fuente: Autor

4.2.4.1 análisis de precios unitario ladrillo suelo cemento

Para realizar el análisis de precios unitarios por metro cuadrado en mampostería suelo cemento se determinó teniendo en cuenta las siguientes factoras:

- Materiales
- Mano de obra
- Herramienta y equipo
- Transporte

Materiales: con la información suministrada por la escuela taller según cotización suministrada, se realizó la cuantificación del material de la siguiente manera:

1
<hr/>
.30x .11

$$30.30 = U = 31 \text{ Unidades}$$

30 hace referencia al largo del ladrillo y .11 a la altura del ladrillo con pega de un cm.

La cantidad de mortero x m² se realizó mediante la siguiente operación

$$30.30(.30+.10) \times 0.01 \times .14 = 0.016 \text{ m}^3.$$

Mano de obra: se tomó como referencia la ponderación salarial por cuadrilla realizada por la revista construdata³¹ para el año 2021. Cuadrilla de albañilería compuesta por un oficial y un ayudante valor día \$ 162.028 valor hora \$ 20.253.

Para determinar el rendimiento en mampostería suelo cemento se evaluó la cantidad de unidades instaladas en un día por una cuadrilla compuesta por un (maestro y un ayudante) en una obra en ejecución evidenciando siete (7) metros cuadrados por día

Imagen 3. Muro en ladrillo suelo cemento



Fuente: Autor

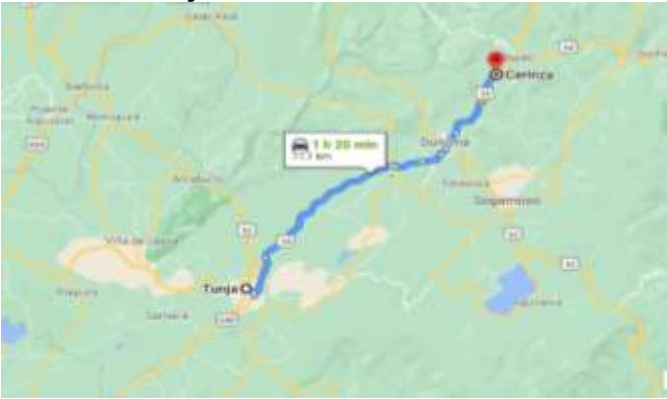
Herramienta y equipo: se asumió un 5% de los costos de la mano de obra

Transporte: se asumió el análisis realizado por la gobernación de Boyacá. “informe factor de incremento por distancia Boyacá 2020”³² para este caso se asume un 12 % de los costos directos del A.P.U.

³¹ Revista construdata edi198 2021

³² GOBERNACIÓN DE BOYACÁ. Lista de Oficial de precios 2020. Disponible [en línea] URL <https://www.boyaca.gov.co/secretariainfraestructurapublica/listado-oficial-de-precios-2020/>

Ilustración 20. Distancia Tunja a Cerinza



Fuente: Google Maps

Con base en los factores analizados anteriormente se deriva el costo por metro en ladrillo suelo cemento como se especifica en la siguiente tabla

Tabla 48. A.P.U m2 Mampostería Suelo Cementó

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE					
PROYECTO: VIVIENDA EN MAMPOSTERIA SUELO CEMENTO					
FECHA:					
CAPITULO: MAMPOSTERIA					
ITEM :					
UNIDAD: m2					
1. MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	V.UNIT.	V. TOTAL	
ladrillo btc ,29",14",10	und	31	1600,00	49.600	
mortero para pega suelo cemento	m3	0,0160	422.000,00	6.752	
concreto fluido 3000 psi	m3	0,01	347.200	3.472	
				-	
				-	
				-	
DESPERDICIO %					
			SUBTOTAL	59.824,00	
2. MANO DE OBRA					
TRABAJADOR	UN	PRESTACION	JORN.TOTAL	CANTIDAD	V. TOTAL
cuadrilla albañileria	hc		20.253,50	1,14	23.089
					-
					-
			SUBTOTAL		23.088,99
3. EQUIPO					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	V.UNIT.	V. TOTAL	
HERRAMIENTA Y EQUIPO MENOR (% M.O)	%	5%	23.088,99	1.154	
				0	
			SUBTOTAL	1.154	
4. COSTOS INDIRECTOS					
DESCRIPCION	PORCENTAJE			V. TOTAL	
incremento por distancia	12%			10.088,09	
			SUBTOTAL	0	
			PRECIO UNITARIO TOTAL	94.156	

Fuente: Autor

En la siguiente tabla se discrimina el presupuesto para una vivienda en mampostería suelo cemento. Modificándose las cantidades de mampostería, acero y eliminando el ítem de columna en concreto:

Tabla 49. Presupuesto vivienda ladrillo BTC

EDT	Nombre de tarea	cantidad	V/unitario	V/ TOTAL
1	VIVIENDA			
1.1	PRELIMINARES			
1.1.1	localización Y replanteo	50	\$ 4.829	\$ 241.450
1.2	CIMENTACION Y DESAGUES			\$ -
1.2.1	Excavación	2,62	\$ 66.142	\$ 173.292
1.2.2	Concreto ciclópeo	0,1	\$ 445.682	\$ 44.568
1.2.3	Concreta viga de Amarre 21,1 Mpa sección rectangular	2,63	\$ 682.169	\$ 1.794.104
1.2.4	Suministro figurado y amarre de Acero de refuerzo 60000 PSI 420 Mpa vigas y celdas	444,24	\$ 4.427	\$ 1.966.659
1.2.5	Caja de inspección 60x60x60 en ladrillo	1	\$ 342.016	\$ 342.016
1.3	ESTRUCTURA			\$ -
1.3.2	Suministro figurado y amarre de Acero de refuerzo 60000 PSI 420 Mpa vigas sobre muro	208	\$ 4.427	\$ 920.249
1.3.3	Viga de amarre sobre muro 21 MPa 3000 PSI	1,19	\$ 857.778	\$ 1.021.476
1.3.4	Placa tanque 21 MPa (3000 PSI) E=0.10 mts.	0,081	\$ 252.952	\$ 20.489
1.4	MAMPOSTERIA			\$ -
1.4.1	Muro en ladrillo suelo cemento ,29",10",14 estructural	82,15	\$ 94.156	\$ 7.734.773
1.4.2	muro culatas en bloque No 5	8,66	\$ 94.156	\$ 815.387
1.4.3	acero viga cinta	51,32	\$ 4.427	\$ 227.194
1.4.4	Viga cinta	0,49	\$ 857.778	\$ 420.311
1.4.5	Mesones en Concreto A=0.60 17.5 Mpa (2500 PSI) incluye refuerzo.	0,91	\$ 135.067	\$ 122.911
1.5	PAÑETES			\$ -
1.5.1	Pañete liso 1.4.	10,64	\$ 20.188	\$ 214.873
1.6	INSTALACIONES HIDRAUBLICAS			\$ -
1.6.1	Punto agua fría PVC de 1/2" paral de techo.	5	\$ 86.776	\$ 433.880
1.6.2	Suministro e instalación registro cortina roscado red -white de 1/2"	1	\$ 40.704	\$ 40.704
1.6.3	Suministro e instalación de tanques elevado PVC 500 Lts incluye accesorios	1	\$ 289.071	\$ 289.071
1.7	INSTALACIONES SANITARIAS			\$ -
1.7.1	Punto desagües 2"	3	\$ 44.110	\$ 132.330

1.7.2	Punto desagües PVC 3" y 4"	1	\$ 88.037	\$ 88.037
1.8	INSTALACIONES ELECTRICAS			\$ -
1.8.1	Salida lámpara toma PVC completa	12	\$ 134.068	\$ 1.608.816
1.8.2	Suministro e instalación de Tablero parciales 4 circuitos.	1	\$ 163.298	\$ 163.298
1.9	PISOS			\$ -
1.9.1	Base en Material de afirmado Compactado		\$ 57.047	\$ -
1.9.2	Placa base en concreto E=0.08 2500 PSI	44,63	\$ 61.867	\$ 2.761.124
1.10	CUBIERTA			\$ -
1.10.1	Suministro e instalación perfilera metálica para estructura de cubierta, dimensiones y calibres según diseño	122,36	\$ 10.829	\$ 1.325.036
1.10.2	Suministro e instalación cubierta en teja fibrocemento No 10	57,82	\$ 52.209	\$ 3.018.970
1.10.3	Suministro e instalación caballete ondulado asbesto cemento	6,60	\$ 48.187	\$ 318.034
1.11	CARPINTERIA METALICA			\$ -
1.11.1	Suministro e instalación marco en lamina A=0.90 calibre 18 incluye anticorrosivo	2	\$ 142.509	\$ 285.018
1.11.2	Suministro e instalación puerta en lamina calibre 18. Incluye anticorrosivo	3,88	\$ 224.637	\$ 871.592
1.11.3	Suministro e instalación ventana en lamina calibre 18 con vidrio. Incluye anticorrosivo	4,06	\$ 221.233	\$ 898.206
1.12	CARPINTERIA MADERA			\$ -
1.12.1	marco metálico y puerta madera pino entabl. triplex 0.70 - 0.90 * 2.00 mts incluye cerradura - baño	1	\$ 370.577	\$ 370.577
1.13	ENCHAPES			\$ -
1.13.1	Suministro e instalación de enchape en porcelana Olimpia 20x20 0 similar	8,48	\$ 52.392	\$ 444.284
1.14	APARATOS SANITARIOS			\$ -
1.14.1	Suministro e instalación ducha sencilla.	1	\$ 6.244	\$ 6.244
1.14.2	Suministro e instalación combo acuacer lavamanos, sanitario. Incluye Grifería e incrustaciones.	1	\$ 325.482	\$ 325.482
1.14.3	lavaplatos	1	\$ 325.000	\$ 325.000
1.15	VIDRIOS Y CERRADURAS			\$ -
1.15.1	cerradura entrada doble cilindro	1	\$ 109.515	\$ 109.515
1.16	aseo	1	\$ 100.000	\$ 100.000
costos directos				\$ 29.974.972
administración			20%	\$ 5.994.994
imprevistos			5%	\$ 1.498.749
utilidades			5%	\$ 1.498.749
valor total				\$ 38.967.463

Fuente: Autor

4.2.5 Cronograma en Mampostería Suelo Cemento

Para la elaboración del cronograma se utilizó la metodología descrita en el numeral 4.1.5 de mampostería confinada, mediante la secuencia de las diferentes actividades del sistema constructivo de predecesoras y sucesoras, se mantiene las duraciones descritas en la tabla 41 a excepción del ítem en ladrillo suelo cemento, debido a que este se obtiene del Análisis de precios unitario realizado en el numeral 4.2.4.1,

En esta etapa al modelar la programación en el programa proyect. Se vincularon algunas actividades como instalaciones hidráulicas e eléctricas mediante la vinculación de comienzo - comienzo (CC), permitiendo disminuir tiempo en el proceso constructivo, las restantes actividades mantienen la vinculación (FC) fin (ver tabla 50)

Tabla 50. Sucesoras y predecesoras programación mampostería suelo cemento

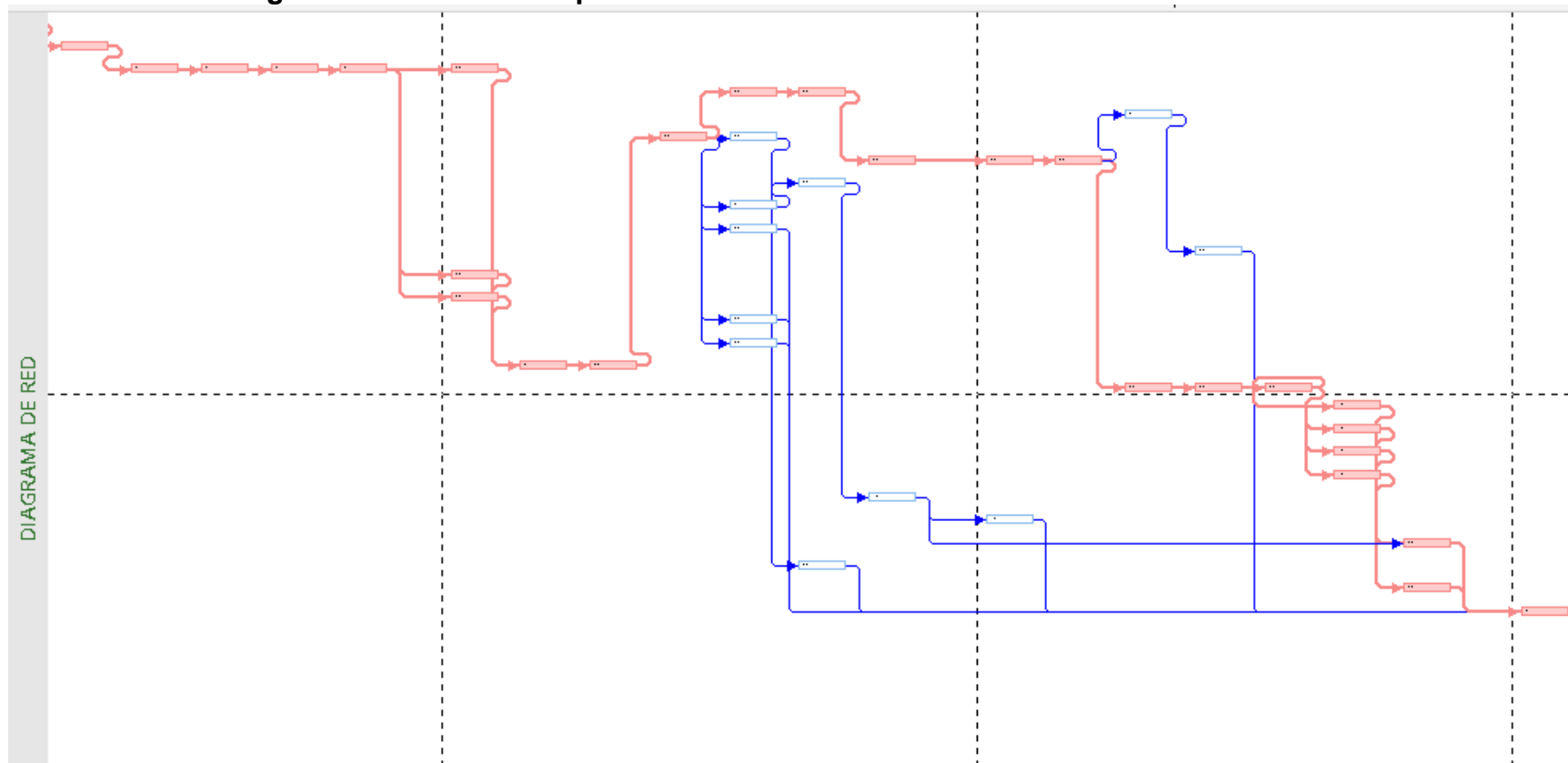
EDT	Nombre de tarea	Duración	Sucesoras	Predecesoras
1	VIVIENDA	29 días?		
1.1	INICIO	0 días	4	
1.2	PRELIMINARES	1 día?		
1.2.1	localización Y replanteo	1 día?	6	2
1.3	CIMENTACION Y DESAGUES	5 días?		
1.3.1	Excavación	1 día?	7	4
1.3.2	Concreto ciclópeo	1 día?	9	6
1.3.3	Concreta viga de Amarre 21,1 Mpa sección rectangular	1 día?	28;29;10	9
1.3.4	Suministro figurado y amarre de Acero de refuerzo 60000 PSI 420 Mpa vigas y celdas	1 día?	8	7
1.3.5	Caja de inspección 60x60x60 en ladrillo	1 día?	34	8
1.4	ESTRUCTURA	8 días?		
1.4.1	Suministro figurado y amarre de Acero de refuerzo 60000 PSI 420 Mpa vigas sobre muro	1 día?	13	16
1.4.2	Viga de amarre sobre muro 21 MPa 3000 PSI	2 días	17	12

1.4.3	Placa tanque 21 MPa (3000 PSI) E=0.10 mts.	1 día?	26	19
1.5	MAMPOSTERIA	13 días?		
1.5.1	Muro en ladrillo suelo cemento ,29*,10*,14 estructural	6 días	31CC;32;24CC+2 días;25;20;12	35
1.5.2	muro culatas en bloque No 5	2 días	18	13
1.5.3	acero viga cinta	1 día?	19	17
1.5.4	Viga cinta	1 día?	37;14	18
1.5.5	Mesones en Concreto A=0.60 17.5 Mpa (2500 PSI) incluye refuerzo.	1 día?	51	16
1.6	PAÑETES	1 día?		
1.6.1	Pañete liso 1.4.	1 día?	47	24
1.7	INSTALACIONES HIDRAULICAS	13 días?		
1.7.1	Punto agua fría PVC de 1/2" paral de techo.	1 día?	22	16CC+2 días
1.7.2	Suministro e instalación registro cortina roscado red - white de 1/2"	1 día?	54	16
1.7.3	Suministro e instalación de tanques elevado PVC 500 Lts incluye accesorios	1 día?	54	14
1.8	INSTALACIONES SANITARIAS	1 día?		
1.8.1	Punto desagües 2"	1 día?	34	8
1.8.2	Punto desagües PVC 3" y 4"	1 día?	34	8
1.9	INSTALACIONES ELECTRICAS	7 días?		
1.9.1	Salida lámpara toma PVC completa	3 días	54	16CC
1.9.2	Suministro e instalación de Tablero parciales 4 circuitos.	1 día?	54	16
1.10	PISOS	3 días?		
1.10.1	Base en Material de afirmado Compactado	1 día?	35	10;28;29
1.10.2	Placa base en concreto E=0.08 2500 PSI	2 días	16	34
1.11	CUBIERTA	4 días?		
1.11.1	Suministro e instalación perfilera metálica para estructura de cubierta, dimensiones y calibres según diseño	1 día?	38	19
1.11.2	Suministro e instalación cubierta en teja fibrocemento No 10	2 días	39	37

1.11.3	Suministro e instalación caballete ondulado asbesto cemento	1 día?	41;42;43;45	38
1.12	CARPINTERIA METALICA	1 día?		
1.12.1	Suministro e instalación marco en lamina A=0.90 calibre 18 incluye anticorrosivo	1 día?	50	39
1.12.2	Suministro e instalación puerta en lamina calibre 18. Incluye anticorrosivo	1 día?	50;53	39
1.12.3	Suministro e instalación ventana en lamina calibre 18 con vidrio. Incluye anticorrosivo	1 día?	50	39
1.13	CARPINTERIA MADERA	1 día?		
1.13.1	marco metálico y puerta madera pino entabl. triplex 0.70 - 0.90 * 2.00 mts incluye cerradura - baño	1 día?	50	39
1.14	ENCHAPES	1 día?		
1.14.1	Suministro e instalación de enchape en porcelana Olimpia 20x20 0 similar	1 día?	50;49	22
1.15	APARATOS SANITARIOS	14 días?		
1.15.1	Suministro e instalación ducha sencilla.	1 día?	54	47
1.15.2	Suministro e instalación combo acuacer lavamanos, sanitario. Incluye Grifería e incrustaciones.	1 día?	54	41;42;43;45;47
1.15.3	lavaplatos	1 día?	54	20
1.16	VIDRIOS Y CERRADURAS	1 día?		
1.16.1	cerradura entrada doble cilindro	1 día?	54	42
1.17	aseo	1 día?		25;26;31;32;49;51;53;50

Fuente: Autor

Ilustración 21. Diagrama de Red en Mampostería Suelo Cemento



Fuente : autor

4.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

4.3.1 Análisis de los dos Sistemas Constructivos

Como resultados de las dos etapas descritas en los numerales 4.1 y 4.2 se hace una comparación de los dos sistemas constructivos como se describe continuación

Tabla 51. Comparación Mampostería Confinada Vs Mampostería en Suelo Cemento

DESCRIPCIÓN	MAMPOSTERÍA CONFINADA	MAMPOSTERÍA EN SUELO-CEMENTO	DIFERENCIA
ASPECTOS TÉCNICOS	según la norma NSR 2010 la mampostería confinada está reglamentada bajo el capítulo E para viviendas de uno y dos pisos. donde se establecen los lineamientos a tener en cuenta en el proceso de diseño, de otra parte, por profesionales de la ingeniería se ha profundizado en este capítulo, donde se hace un análisis concienzudo en el cual han surgido una serie de manuales para tener en cuenta en cada una de las etapas de diseño	para las mamposterías en suelo cemento se enmarca en la normativa NTC 5324 " Bloque de suelo cemento para muros divisorios. En el cual se especifica los aspectos técnicos y métodos de ensayo. Haciendo referencia lo anterior al comportamiento del bloque. en la norma sismo resistente NSR 2010 no se tiene ningún tipo de lineamiento. para el proceso de diseño bajo este material.	cómo se evidencia las edificaciones en mampostería " bloques de suelo cemento. No están amparada bajo norma NSR 2010. por ende, se hace más difícil implantar esta tipología de proyectos en vivienda de interés social.
MATERIALES	en la mampostería confinada se utilizan materiales tradicionales: ladrillo macizo en arcilla cocida. Bloques prefabricados en cemento. Acero, gravilla, arena.	acero, gravilla. Cemento, arena, y ladrillo en suelo cemento	los materiales utilizados en las construcciones tradicionales como la mampostería confinada tienen una gran oferta en la región. Por el número de fábricas, teniendo un buena disponibilidad para el proceso de construcción de los proyectos. Para el caso de estudio en el municipio de Cerinza dos ferreterías prestan el servicio de suministro de materiales. para proveedores mayoritarios

			<p>esta la ciudad de Duitama la cual dista a 20 kilómetros del municipio.</p> <p>para oferta de la mampostería en suelo cemento es muy reducida por la poca demanda. limitándose a la escuela taller de la gobernación de Boyacá y a la empresa bio constructor que por medio de capacitaciones dan a conocer este producto.</p>
COSTO	<p>según la ubicación del proyecto de caso municipio de Cerinza. Se encuentran canteras para la producción de agregados. En el municipio de paz del rio. Y para el suministro de materiales en el mismo municipio, acorde al estudio de mercado realizado por la gobernación de Boyacá para establecer los precios base establecidos por esta mediante resolución 030 de 2020</p>	<p>Además de los materiales utilizados para la cimentación los cuales se encuentran en la región, según el estudio de mercado realizado para el análisis de precios unitario del bloque en suelo cemento BTC, se fabrica en la escuela taller de la gobernación de Boyacá y la empresa BIO constructor. De esta manera se incrementan los costos de transporte del proyecto del caso, estudio el cual dista A 77 kilómetros del punto de fábrica.</p> <p>Para el proceso de elaboración de los BTC por la escuela taller, la materia prima es comprada a los bancos de arcilla cercanos a la ciudad. Generando un costo adicional por el transporte en su producción</p>	<p>Por la baja demanda del BTC y su desconocimiento es poca su implementación en la construcción de vivienda de interés social. Y las pocas empresas que lo elaboran hace que los costos en la construcción se incrementen por el transporte. para el caso de estudio se tomaron precios de referencia según estudio de mercado y se realizó un incremento por distancia de 12% según análisis realizado por la gobernación de Boyacá resolución 030 de 2021.</p> <p>En la construcción en bloque BTC se suprimen ítem como columnas de confinamiento, disminuyendo la cantidad de acero.</p>
PROCESO CONSTRUCTIVO	<p>Como se evidencio en la programación de obra en la secuencia del proceso constructivo las diferentes actividades están secuencias por predecesoras y sucesoras algunas como FC- no</p>	<p>El proceso constructivo de la cimentación es igual a la mampostería confinada.</p> <p>Según el plano arquitectónico los diferentes espacios se realizan de forman modular por las características del ladrillo</p>	<p>A diferencia de la mampostería confinada, la de suelo cemento nos permite hacer actividades paralelas,</p>

	permitiendo realizar actividades paralelas	BTC, para tener un trabado del material en cada una de sus uniones. Por las celdas que presenta el BTC nos permite realizar actividades de forma paralela (comienzo - comienzo) al instalarse las instalaciones hidráulicas e eléctricas en los orificios del ladrillo. Por las características del material este puede quedar a la vista generando un acabado favorable para la vivienda.	
RENDIMIENTO	Según el análisis de precios en mampostería en bloque No 5 para el caso de estudio Para instalar 84 m2 de mampostería en bloque No 5 se necesitan dos cuadrillas (maestro y ayudante) con una duración de tres días	Por las características del material el rendimiento es de 7 m2 día, con un acuadrilla de un maestro y un ayudante, para el caso de estudios según estos parámetros para instalar 82.15 m2 se necesitan 5 cuadrillas con un tiempo de 5 días.	Al comparar los dos sistemas en el rendimiento de la mampostería se marca una diferencia de dos (2) días, de otra parte, para alcanzar con el tiempo de 30 días, en el sistema constructivo con suelo cemento se hace necesario el incremento de las cuadrillas por la diferencia de rendimiento. Al incluir las actividades predecesoras en la programación se inician actividades paralelas, que nos permiten disminuir tiempos.

Fuente: Autor

4.3.2 Análisis de Costos

En todo presupuesto de obra se identifican dos tipos de costos directos e indirectos, para el caso de estudio se tuvieron en cuenta los directos, en el que analizaron variables de materiales, mano de obra y transporte que afecta directamente los costos de cada uno de los ítems descritos en los presupuestos, en la tabla (52) se discriminan algunos de los factores que varían en los dos sistemas constructivos

Tabla 52. Costos - Ladrillo Suelo Cemento Vs Mampostería Confinada

Detalle	SUELO CEMENTO	MAMPOSTERÍA CONFINADA
Ladrillo	\$ 1600	\$ 990
Cantidad /m2	31	16
Mortero m3	\$ 422.000	\$ 409,741.65
Costo cuadrilla de trabajo día	\$ 162.028 (1 maestro – 1 ayudante)	\$ 196,441.76 (1 maestro – 1 ayudante)
Rendimiento cuadrilla día	7 m2	15 m2
Costo M2	\$ 94.156	\$ 36.971.25

Fuete: Autor

Del anterior cuadro se infiere una diferencia de una 61 % de incremento del costo por m2 de la mampostería suelo cemento a la confinada.

Por la textura de los ladrillos en suelo cementó se puede dejar como acabado disminuyendo costos adicionales de pañete, estuco y pintura, como base en los rendimientos de los dos sistemas constructivos se hace el siguiente análisis descrito en la siguiente tabla 53

Tabla 53. Terminado en Acabado por Metro Cuadrado en los dos Sistemas

DETALLE	SUELO CEMENTO	MAMPOSTERÍA CONFINADA
Muro en bloque no 5 e=0.12 mts	-	\$ 36.971
Pañete liso 1:4 para muros	-	\$ 20.187
estuco y vinilo tres manos en muros	-	\$ 12,641.
Ladrillo Suelo Cemento	\$ 94.156	-
COSTO TOTAL	94.156	\$ 69.799

Fuente: Autor:

Al plantear la simulación por metro cuadrado acabado, de los dos sistemas constructivos se evidencia un costo en mampostería en suelo cemento de 35% por encima de la mampostería confinada.

Como se describió en el análisis de mercado uno de los factores que incide es la poca oferta que tiene los ladrillos elaborados en suelo cemento. Generando que su costo sea elevado y no siendo competitivo con los otros mampuestos ofrecidos en la construcción.

4.3.2.1 Costo por vivienda

Con base en la información descrita en los numerales 4.1 mampostería confinada y 4.2 mampostería Suelo cementó en la tabla 54 de describe los costos totales en los dos sistemas.

Tabla 54. Costo por vivienda

Detalle	SUELO CEMENTO	MAMPOSTERÍA CONFINADA
Costo De Vivienda En Los Dos Sistemas	\$ 38.967.463	\$ 34.843.616

Fuente: Autor

De lo anterior se infiere una diferencia en los costos totales de un 12%, mayor en mampostería suelo cementó vs mampostería confinada, esta diferencia se debe a la variación en cantidades de ítem como acero y columnas en concreto como se muestra en la tabla 55

Tabla 55. Variación de ítem en los dos sistemas

DETALLE	Unidad	SUELO CEMENTO		MAMPOSTERÍA CONFINADA	
		VALOR	CANTIDAD	CANTIDAD	VALOR
muro en Ladrillo Suelo Cemento	M2	\$ 10.434.376	82,15		
muro en bloque No 5 E =,012 MTS	M2			79,83	\$ 3.836.839
columna en concreto de 3000 psi	M3		-	1,10	\$ 1.694.433
Acero de refuerzo 60000 PSI 420 Mpa	KG	\$ 4.048.332	\$ 714,16	\$ 910	\$ 5.234.997
COSTO TOTAL		\$ 14.482.708			\$ 10.766.269

Fuente: Autor

Ilustración 22. Porcentaje por actividad mampostería suelo cemento



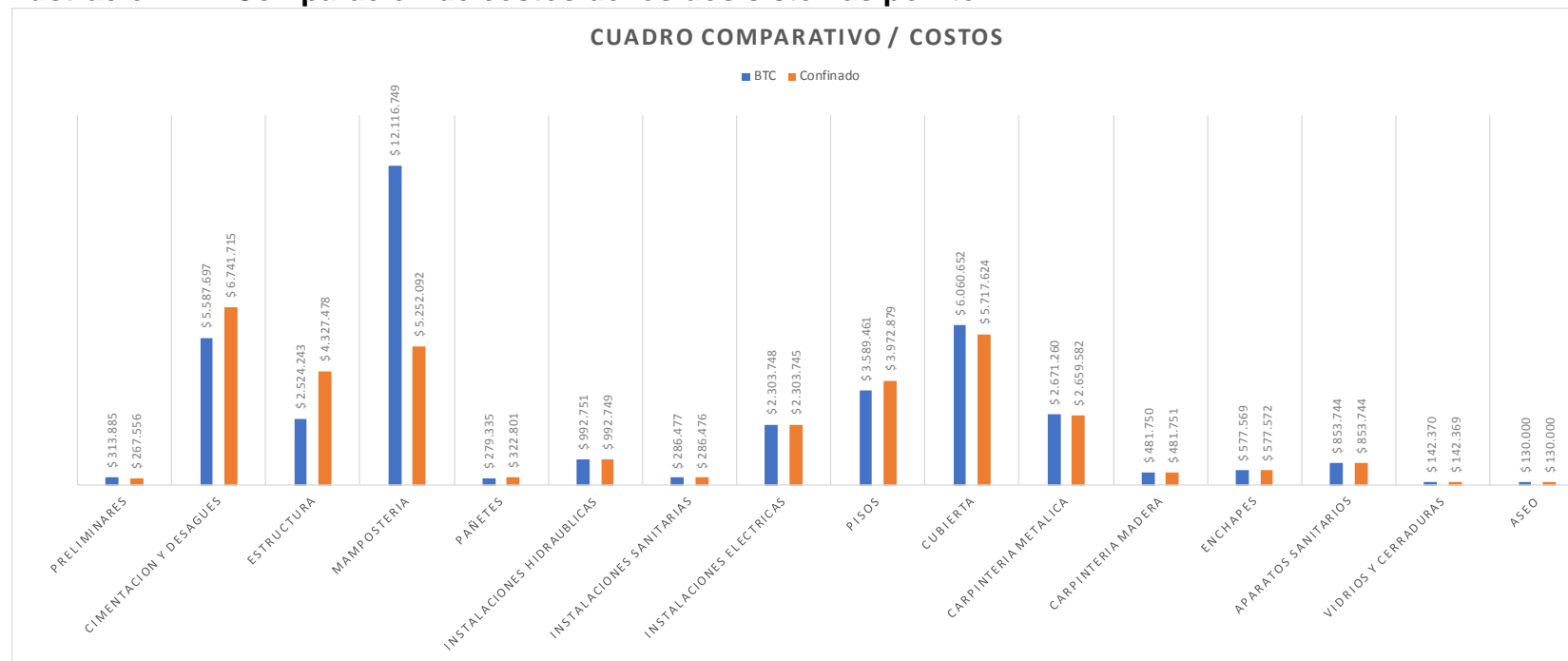
Fuente. Autor

Ilustración 23 porcentaje por actividad mampostería confinada



Fuente: Autor

Ilustración 24. Comparación de costos de los dos sistemas por ítem



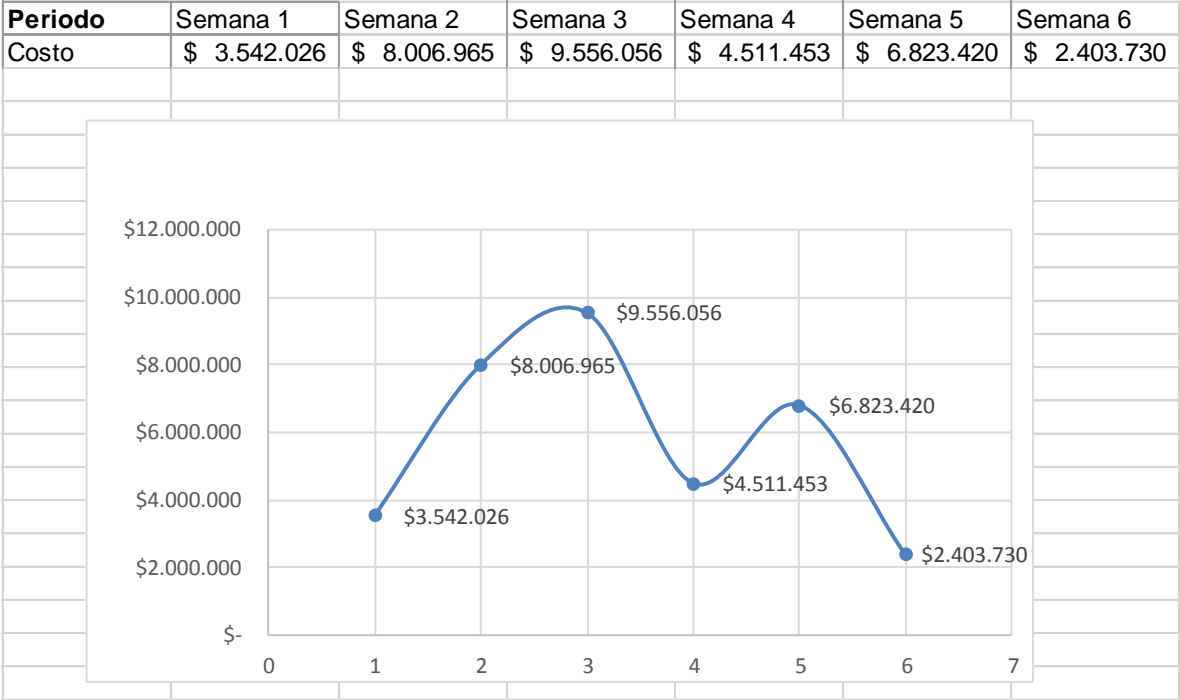
Fuente: Autor

4.3.3 Viabilidad Financiera

4.3.3.1 Mampostería confinada

En esta etapa según el flujo de caja proyectado se determina la viabilidad financiera en cada uno de los sistemas constructivos de la siguiente manera

Tabla 56. Flujo de caja mampostería confinada



Fuente: Autor

Para realizar el cálculo de los indicadores financieros se asumió una tasa de descuento del 2%, los costó de construcción por unidad vivienda del caso de estudio son los proyectados por el contratista que para este caso es de \$31.707.722

Tabla 57. Indicadores financieros /mampostería confinada

Información del Proyecto				
Nombre			Mamposteria Confinada	
Tasa descuento			2%	
Presupuesto entidad Publica			\$ 34.843.650	
Gastos por el contratista / unidad de vivienda			\$ 31.707.722	
Periodo	Ingresos	Egreso	Flujo de caja Ingresos-Egresos)	valor presente
0			-\$ 31.707.721,50	-\$ 31.707.721,50
1	\$ 21.105.047,38		\$ 21.105.047,38	\$ 20.691.222,92
2	\$ 13.738.602,63		\$ 13.738.602,63	\$ 13.205.115,95
3			\$ -	\$ -
total valor presente neto			\$ 33.896.338,87	
Valor presente Neto VNA			\$ 2.188.617	
Tasa Interna de Retorno			7,0%	
rentabilidad Razon Beneficio /costo			\$ 1,07	

Fuente: autor

Tabla 58. Periodo de recuperación

PERIODO DE RECUPERACION DE INVERSIÓN PRI - PROYECTO A 2 MESES			
PERIODO	0	1	2
INGRESOS	\$ (31.707.722)	\$ 25.616.501	\$ 9.227.149
TASA DE DESCUENTO	2,0%		
VNA	\$2.275.343		
VNA		-\$6.593.504,83	\$2.275.342,73

Fuente: Autor

De lo anterior se puede concluir; La tasa interna de Retorno **(TIR) es del 7%** tasa máxima de interés con la cual se puede financiar el proyecto, debido a que la tasa de descuento de este proyecto es de **2%**, es decir que la TIR es mayor a la tasa de interés es viable el proyecto.

El **Valor Neto Actual (VNA) es de \$2.188.617** indicando que es la rentabilidad monetaria de la ejecución del proyecto teniendo en cuenta ya se ha recuperado la inversión y el costo de oportunidad del dinero. Se concluye que la inversión es viable y con la tasa de descuento elegida generara beneficios.

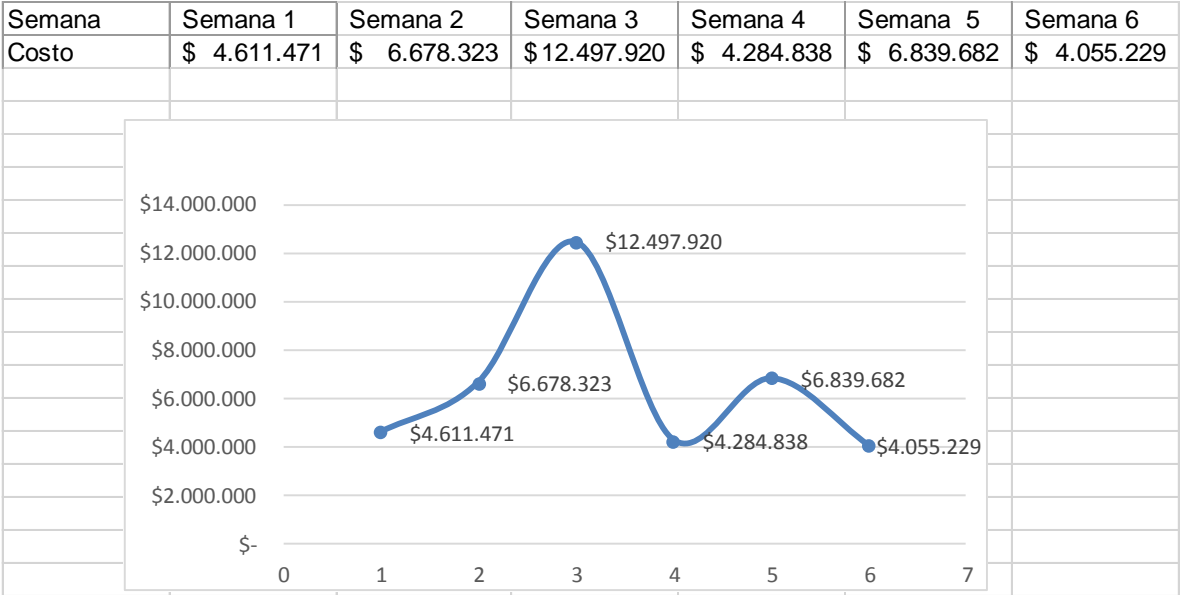
El resultado de la relación costo-beneficio cuyo valor es de **1.07** lo cual indica que es rentable económicamente.

El periodo de recuperación de la inversión **(PRI) es de 1.94 meses** es decir finalizando el segundo mes se recuperará la inversión.

4.3.3.2 Mampostería en suelo cemento

Para el cálculo de los indicadores financieros se determinó con base en el flujo de caja de cada uno de los periodos proyectados, en este caso se determinó en dos meses, debido a que el tiempo de ejecución del proyecto es a dos meses. Para este caso se estima el costo de la vivienda en \$ 37.019.090 y una tasa de descuento del 2%

Tabla 59. Flujo de caja mampostería suelo cemento



Fuente: Autor

Información del Proyecto				
Nombre			Mamposteria Suelo cemento	
Tasa descuento			2%	
Gastos por el contratista / unidad de vivienda			\$ 37.019.090	
Periodo	Ingresos	Egreso	Flujo de caja Ingresos- Egresos)	valor presente
0			-\$ 37.019.089,85	-\$ 37.019.089,85
1	\$28.072.552,00		\$ 28.072.552,00	\$ 27.522.109,80
2	\$10.894.911,00		\$ 10.894.911,00	\$ 10.471.848,33
3			\$ -	\$ -
total valor presente neto			\$ 37.993.958,13	
Valor presente Neto VNA			\$ 974.868	
Tasa Interna de Retorno			4,1%	
rentabilidad Razon Beneficio /costo			\$ 1,03	

PERIODO DE RECUPERACION DE INVERSIÓN PRI - PROYECTO A 2 MESES			
PERIODO	0	1	2
INGRESOS	\$ (37.019.090)	\$ 28.072.552	\$ 10.894.911
TASA DE DESCUENTO	2,0%		
VNA	\$974.868		
VNA		-\$9.496.980,05	\$974.868,28

De lo anterior se puede concluir; La tasa interna de Retorno (TIR) es del 4.1% tasa máxima de interés con la cual se puede financiar el proyecto, debido a que la tasa de descuento de este proyecto es de 2%, es decir que la TIR es mayor a la tasa de interés es viable el proyecto.

El Valor Neto Actual (VNA) es de \$974.868.28 indicando que es la rentabilidad monetaria de la ejecución del proyecto teniendo en cuenta ya se ha recuperado la inversión y el costo de oportunidad del dinero. Se concluye que la inversión es viable y con la tasa de descuento elegida generara beneficios.

Beneficios que se reflejan en el resultado de la relación costo-beneficio cuyo valor es de 1.03 lo cual indica que es rentable económicamente.

El periodo de recuperación de la inversión (PRI) es de 1.94 meses es decir finalizando el segundo mes se recuperará la inversión.

5. INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Para el desarrollo de las fases del cronograma se utilizó el programa proyect. 2021 permitiendo realizar una proyección de la programación, por medio del programa Revit se realizó la modelación del diseño de la vivienda en mampostería suelo cemento

6. COMO RESPONDE A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Para determinar la viabilidad de los dos sistemas constructivos mampostería confinada y suelo cemento se analizaron factores técnicos y económicos.

En los aspectos técnicos se compararon lineamientos normativos que permiten establecer los parámetros de diseño y proceso constructivo, por medio del estudio de mercado se evidencio la oferta de los materiales que influyen directamente costo del proyecto, con los resultados de las fases uno y dos de la metodología se evaluó económicamente la pertinencia de cada uno de los sistemas constructivos.

7. NUEVAS ÁREAS DE ESTUDIO

+

Con el presente trabajo nos permite plantear el estudio de factibilidad de la mampostería suelo cemento para vivienda, al realizar la caracterización del material para la elaboración del mampuesto en el sitio de la obra. Como alternativa de construcción para los municipios y disminuir el déficit de vivienda en el sector rural.

8. UNA MIRADA DESDE LA GERENCIA DE OBRA

En el presente trabajo se implementaron componentes de la gestión económica en la construcción como técnicos, en el cual se evaluaron aspectos de diseño, normativa aplicada, programación según proceso constructivo, presupuestal mediante el análisis de precios unitarios y financieros, para evaluar la pertinencia de un proyecto

9. CONCLUSIONES

- Como primera conclusión, la mampostería en suelo cemento según la literatura encontrada técnicamente es favorable para la construcción de vivienda, con una debida caracterización del material según la norma NTC 5324, por el desconocimiento de su normativa en la región son pocas las fábricas que lo elaboran. Por ende, los costos directos de un proyecto con este mampuesto se incrementan por las distancias de donde se fabrica.
- Una de las falencias técnicas que tiene la mampostería suelo- cemento y la poca aceptación en el mercado de la construcción, es que no está reglamentada por la norma sismo resistente NSR 2010, a diferencia de la mampostería confinada en el título E de dicha norma se especifican los aspectos a tener en cuenta, para el diseño bajo este sistema constructivo.
- Al hacer la simulación bajo los dos sistemas constructivos, del caso de estudio, se evidencia una diferencia del costo totales en mampostería de suelo cemento del 12%, más que la mampostería confinada, por lo anterior se infiere que uno de los factores de diferencias es el costo del transporte del mampuesto al sitio de la obra, teniendo en cuenta el estudio de mercado, cerca al sitio del proyecto no se elabora este tipo de material, solo se limita mampostería cocida en arcilla.
- Según literatura encontrada la mampostería suelo-cemento, por sus características mecánicas y físicas, permite terminados favorables, evitado actividades adicionales como pañetes, estucos y pinturas. Al realizar la simulación del muro en mampostería confinada en obra blanca se obtiene un costo por metro cuadrado de \$ 69.799 equivalente a un 35% más económico que la mampostería en suelo- cemento.
- En la mampostería confinada se tiene un rendimiento de 15 m² por cuadrilla en jornada de 8 horas Y en la mampostería de suelo cemento 8 m² cuadrados. Esto se debe al dimensionamiento de cada uno de los mampuestos, debido a que abarcan áreas diferentes,
- Para tener un mejor margen económico de la mampostería suelo-cemento se ve la pertinencia de realizar la caracterización de los residuos producto de excavaciones o explanación para elaborar las unidades de mampostería en obra,

de esta manera se disminuyen costos por el transporte y deterioro del material

- Al realizar el modelado de la vivienda en mampostería suelo cemento en el programa Revit se realizó de forma modular por las medidas exactas del mampuesto, permite cuantificar con exactitud la cantidad de material.
- La mampostería en suelo cemento nos permite en la programación iniciar actividades comienzo -comienzo, como en instalaciones eléctricas e hidráulicas disminuyendo tiempos en la ejecución del proyecto
- Los dos sistemas constructivos muestran indicadores financieros favorables en la mampostería suelo cemento se obtiene una TIR de 4.1 %, VAN \$ 974,868, rentabilidad beneficio/ costo 1.8 y periodo de recuperación de la inversión. 1.94. en la mampostería confiado TIR de 7%, VAN \$ 2.188.617, rentabilidad beneficio/ costo 1.7 y periodo de recuperación de la inversión. 1.94

BIBLIOGRAFÍA

ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL DE CERINZA. Cartilla EOT-Cerinza. 2018. URL: <http://www.cerinza-boyaca.gov.co/noticias/cartilla-eotcerinza>.

ALCALDÍA MUNICIPAL DE CERINZA. Plan de Desarrollo 2016-2019. Concejo Municipal de Cerinza. 2016. https://cerinzaboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/cerinzaboyaca/content/files/000063/3113_plan-desarrollo-20162019.pdf.

ARTEAGA MEDINA, Karen Tatiana, MEDINA, Óscar Humberto; GUTIÉRREZ JUNCO, Óscar Javier. Bloque de tierra comprimida como material constructivo. Revista Facultad de Ingeniería, UPTC. Vol. 20. Núm. 31, pág. 55-68. <http://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/download/1421/1416>.

ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE. Constitución Política de Colombia. 1991. URL: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html.

BAILÓN ABAD, Emperatriz Isabel; ESPINOSA GUARICELA, Romel Iván; ACEVEDO CATÁ, Jorge Bernardo. Bloque de suelo estabilizado en pequeño formato y tecnología de colocación en obra en vivienda de interés social. Revista de Ingeniería y Desarrollo. Vol. 37, Núm. 2018. URL: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/852/85263723007/85263723007.pdf>.

BEDOYA-MONTOYA, Carlos Mauricio. Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo cemento: del residuo al material. Revista de Arquitectura. Vol. 20 Núm. 1. 2018. 62-70. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín (Colombia). Facultad de Arquitectura, Escuela de Construcción. URL: <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/1193/1875>.

BEJARANO OLAYA, S. M., PEÑARETE SORIANO, J. A. & RÍOS MONTOYA, J. A. Propuesta de un modelo de Vivienda de Interés Social (VIS) para población desplazada en la ciudad de Bogotá, D.C. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Especialización en Gerencia de Obras. 2017. Bogotá, Colombia

CAICEDO GANTIVAR, M. Á., GUARÍN BARÓN, R. E. & PÁEZ PATIÑO, W.

Evaluar la factibilidad económica para implementar la construcción de la mampostería con bloques de concreto a color. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Especialización en Gerencia de Obras. 2017. Bogotá, Colombia.

CALA, B. (2011). Mampostería Confinada Y Reforzada En La Vivienda Actual.

CARRILLO, JULIÁN, FABIÁN ECHEVERRI, WILLIAM APERADOR. Evaluación de los costos de construcción de sistemas estructurales para viviendas de baja altura y de interés social. Ingeniería Investigación y Tecnología, XVI, 04 (2015): 479-490. Citación estilo ISO 690

CASTAÑEDA, L. E. G. CASA PRIOR: DOS CASOS DE CONSTRUCCION CON TIERRA COMO MATERIAL SOSTENIBLE. Construcción con Tierra 5, 3.

CAMACHO-IXTA, BOJÓRQUEZ-MORALES, G., & FABELA-BLAS, C. Propuesta de materiales de construcción alternativos para casa-habitación de construcción en serie. Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales. 2016. 2(6), 22-26.

COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN DE CONSTRUCCIONES SISMOS RESISTENTES. NSR-10 Título E. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010. URL: <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/5titulo-e-nsr-100.pdf>.

CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. Ley 388 de 1997. http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0388_1997.html.

CORRAL TOIRAC, José. El suelo-cemento como material de construcción. Ciencia y sociedad. 2008. pág. 520-571.

ECHEVERRY CORREA, Jhon Edward; JARAMILLO VALENCIA, Camilo. Elaboración de (BTC) bloques de tierra comprimida con suelos derivados de cenizas volcánicas y materiales alternativos. Facultad de Ingeniería, Universidad Libre. Pereira, 2017. URL: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17000/ELABORACION%20DE%20BLOQUES%20DE%20TIERRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

FUNDACIÓN TIERRA VIVA. Proyecto Vegachi – Antioquía. 2009. URL: <http://www.fundaciontierraviva.org/2009/11/vegachi-antioquia/>.

GARZÓN, B. S. (2002). Rural house and environmental adequateness: Soil-cement masonry as a technological alternative. [Vivienda rural y adecuación ambiental: La mampostería de suelo-cemento como una alternativa tecnológica] Tecbahia Revista Baiana De Tecnologia, 16(3), 118-125. Retrieved from www.scopus.com

GIL HERNÁNDEZ, M. F. Diagnóstico al programa de vivienda de interés social rural para subsidios adjudicados de construcción en lote propio en el municipio de Chocontá Cundinamarca del año 2015. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería de Civil. Especialización en Gerencia de Obras. 2019. Bogotá, Colombia ICONTEC. 2004. NTC 5324 bloques de suelo cemento para muros y divisiones. definiciones, especificaciones, metodo de ensayo, condiciones de entrega. [En línea] 2004. [Citado el: 18 de junio de 2017.] <http://www.libreriadelau.com/ntc-5324-bloques-de-suelo-cemento-para-muros-y-divisiones-definiciones-especificaciones-metodos-de-ensayo-condiciones-de-entrega-icontec-null-ingenieria-civil/p>

INTRIAGO PLAZA, José; MUÑOZ-ZAMBRANO, Shalea; HORMAZA-MUÑOZ Zaida. Propuestas para el desarrollo sostenible de la vivienda de interés social. Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN. Volumen 4, Número 6 (ene-jun) ISSN: 2697-3456. URL: https://www.researchgate.net/publication/341049967_PROPUESTAS_PARA_EL_DESARROLLO_SOSTENIBLE_DE_LA_VIVIENDA_DE_INTERES_SOCIAL.

JARAMILLO BOTERO, Gustavo. Manual de Muros Confinados. Edición de prueba Actualizada con la NSR-10. s.f. URL: <https://uniquindio-dspace.metabiblioteca.com/bitstream/001/4618/1/Manual%20de%20Muros%20confinados-Titulo%20E-NSR-10.pdf>.

MARTÍNEZ GAYTÁN, Inti. Hacia la determinación de la viabilidad ambiental de los sistemas constructivos: el caso de los BTC en la zona central de la República mexicana. Revistas Javeriana. Arquitectura en Tierra II. Vol. 25, Núm. 2. 2012. URL: <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revApuntesArq/article/view/8774>.

MAS, Jorge; KIRSCHBAUM, Carlos y OBANDO, Jesús. Vivienda rural sustentable: investigación, transferencia y autoconstrucción. El Puestito -Tucumán, Argentina.

Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Argentina Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (ILAV). 2012. URL: <https://docplayer.es/77305881-Vivienda-rural-sustentable-investigacion-transferencia-y-autoconstruccion-el-puestito-tucuman-argentina.html>

MEZA OROZCO, Jhonny Jesús. (2010). Evaluación financiera de proyectos (2a. ed.). Bogotá, Colombia. Ecoe Ediciones.

MONROY, Susunaga, J. M. Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Industrial. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. 2014. Bogotá, ColombiaMORA SABOGAL, C. C. (2020). Manual de diseño y construcción sismo resistente para casas de uno y dos pisos en mampostería confinada de acuerdo con el título E NSR-10 (Doctoral dissertation).

OSORNO, Adelaida María; PELÁEZ MEDINA, Daniel. Estudio de prefactibilidad para la fabricación de bloques de suelo cemento insitu, en obras de la constructora estructurar. Institución Universitaria ESUMER. 2020. URL: <http://repositorio.esumer.edu.co/bitstream/esumer/1575/3/Proyecto%20Bloques%20de%20Cemento%20Insitu.pdf>.

PINTO, L. A. A. P., & Silva, M. F. (2020). Ladrillos de suelo cemento y vivienda de interés social. Masquedós-Revista de Extensión Universitaria, 5(5), 8-8

ROUX GUTIÉRREZ, Rubén Salvador. Construcción sustentable, análisis de retraso térmico a bloques de tierra comprimidos. Revista de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León. 2015. Vol. 9(11), 59-71. URL: <http://contexto.uanl.mx/index.php/contexto/article/view/49/45>.

VALDIVIA CARIAT, José Augusto. Factibilidad de implementación del material suelo-cemento como material de construcción para viviendas de bajo costo en el Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. 2016. URL: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7401>.

VALENCIA, Wakter Andia. Indicador de Rentabilidad de Proyectos: el Valor Actual Neto (VAN) o el Valor Económico Agregado (EVA). Revista de Facultad de Ingeniería Industrial. 14(1): 15-18 (2011) UNMSMISSN: 1560-9146 (Impreso) / ISSN: 1810-9993 (Electrónico). URL: <https://www.researchgate.net/publication/>

307180560_Indicador_de_Rentabilidad_de_Proyectos_el_Valor_Actual_Neto_VA
N_o_el_Valor_Economico_Agregado_EVA.

VÁZQUEZ AGUADO, Octavio; RELINQUE MEDINA, Fernando y otros. Vivienda e intervención social. Madrid, Spain: Dykinson. Revista Prisma Social. URL: <https://revistaprismasocial.es/article/view/2335>.

VALLE, C. A. (2001). Durability of compressed soil-cement bricks. [Durabilidad de ladrillos prensados de suelo-cemento] *Materiales de Construcción*, 2001(262), 15-21. Retrieved from www.scopus.com.